**FORMATO PARA EL DESARROLLO DE COMPONENTE FORMATIVO**

|  |  |
| --- | --- |
| PROGRAMA DE FORMACIÓN | Tecnólogo en prevención y control ambiental |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| COMPETENCIA | 291201086 - Valorar muestras según técnicas de análisis químico. | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | 291201086-1. Alistar los insumos, reactivos, soluciones, equipos y materiales para el análisis de muestras de Agua, suelo, olores y residuos sólidos de acuerdo con protocolos y procedimientos técnicos.  291201086-2. Aplicar protocolos de análisis de las muestras según normas técnicas y procedimientos establecidos. |

|  |  |
| --- | --- |
| NÚMERO DEL COMPONENTE FORMATIVO | 007 |
| NOMBRE DEL COMPONENTE FORMATIVO | Valorar muestras según técnicas de análisis químico |
| BREVE DESCRIPCIÓN | A través del estudio de este componente formativo, el aprendiz podrá apropiar elementos claves en la valoración de muestras de agua, suelo, olores y residuos sólidos en el contexto del análisis químico en laboratorio. También conocerá los protocolos, parámetros y variables, aplicables a tal ejercicio de valoración de muestras. |
| PALABRAS CLAVE | Análisis, buenas prácticas de laboratorio, equipos y materiales, insumos, muestreo. |

|  |  |
| --- | --- |
| ÁREA OCUPACIONAL | 2 - CIENCIAS NATURALES, APLICADAS Y RELACIONADAS |
| IDIOMA | Español |

1. **TABLA DE CONTENIDO:**

Introducción

**1. Aplicación de protocolos de análisis de muestras**

1. **Bases conceptuales**
2. **Protocolos para análisis de agua, suelo, olores y residuos sólidos**
3. **Protocolos para análisis de agua**

4.1 Variables físicas, químicas y microbiológicas del agua

4.2 Manejo de residuos, características de peligrosidad

4.3 Método *Biological Monitoring Working Party BMWP*

1. **Protocolos de análisis de suelos**
2. **Protocolo para análisis de olores**
3. **Protocolo de análisis de residuos sólidos**

7.1 Muestreo y la preparación de la muestra

7.2 Equipos para análisis de muestras en residuos sólidos

1. **Análisis de datos**
2. **DESARROLLO DE CONTENIDOS:**

**Introducción**

Apreciado aprendiz, bienvenido a este componente formativo, donde abordaremos la temática relacionada con la valoración de muestras según técnicas de análisis químico. En el siguiente video conocerá, de forma general, la temática que se estudiará a lo largo del componente formativo.

CF7\_Video\_Introduccion

**1. Aplicación de protocolos de análisis de muestras**

Dentro de la química analítica, se incluye el análisis químico que es la parte práctica que aplica los métodos de análisis para resolver problemas relativos a la composición y naturaleza química de la materia. Los ámbitos de aplicación del análisis químico son muy variados, en la industria destaca el control de calidad de materias primas y productos terminados; en los laboratorios certificados de análisis quienes aseguran las especificaciones de calidad de las mercaderías; en el campo de la medicina, los análisis clínicos facilitan el diagnóstico de enfermedades entre otros.

**Por esta razón** en esta unidad temática, se profundiza como se desarrolla en el análisis de las muestras que se lleva a cabo en el laboratorio. La química analítica es la rama de la química que tiene como finalidad el estudio de la composición química de un material o muestra, mediante diferentes métodos. Se divide en química analítica cuantitativa y química analítica cualitativa.

**Dentro de la química analítica** se incluye el análisis químico que es la parte práctica que aplica los métodos de análisis para resolver problemas relativos a la composición y naturaleza química de la materia.

**Los ámbitos de aplicación** del análisis químico son muy variados, en la industria se destaca el control de calidad de materias primas y productos terminados; en los laboratorios certificados de análisis quienes aseguran las especificaciones de calidad de las mercaderías; en el campo de la medicina, los análisis clínicos facilitan el diagnóstico de enfermedades.



Nota. https://shutr.bz/3gzQ3rN

La química analítica es el estudio de cómo ensayar esos materiales para averiguar su composición elemental y molecular. El poder determinar la composición química de sólidos, líquidos, gases, disoluciones y cualquier otro material nos permite comprender sus características y así poder evaluar sus usos o quizás descubrir de dónde vinieron o dónde han estado.



Nota. https://shutr.bz/35wT3Pc

A continuación, le presentamos algunos elementos de orden teórico que favorecen la “inmersión” en el tema del Análisis de muestras.

DI\_CF07\_GraficoInteractivo\_2\_InduccionAnalisisMuestras

**2. Bases conceptuales**

Según Caballero M:

Desde los tiempos de Wilhelm Ostwald (1894) la química analítica ha pasado de ser un arte a ser una ciencia con aplicaciones en la industria, medicina y en todas las ciencias. A modo de ilustración podemos citar:

* Poder determinar la efectividad de los sistemas de control de contaminación de los gases de escape de los automóviles (determinar óxido de nitrógeno y monóxido de carbono)
* Diagnosticar enfermedades tiroideas a través de la medición cuantitativa de calcio iónico en suero.
* Determinar cuantitativamente la cantidad de nitrógeno en alimentos para establecer su contenido en proteínas.
* El análisis de acero durante su fabricación permite ajustar las concentraciones de carbón, níquel y cromo, para alcanzar la fuerza, dureza, resistencia a la corrosión y ductilidad deseada.
* El contenido en mercaptano del gas de ciudad se mide de forma continua para asegurar que el gas tiene el suficiente olor desagradable, para servir de aviso ante cualquier fuga peligrosa.
* En la agricultura moderna se establecen las pautas de fertilización e irrigación a través de análisis cuantitativos de la planta y del suelo.
* Las medidas cuantitativas de potasio, calcio e iones sodio en los fluidos corporales fisiológicos permiten estudiar el papel que estos iones tienen en la conducción de impulsos nerviosos y la contracción y relajación de los músculos.
* Los químicos estudian los mecanismos de las reacciones químicas, a partir de estudios sobre las velocidades de reacción midiendo cuantitativamente en intervalos de tiempo iguales, el consumo de reactivos o la formación de productos en una reacción química.
* Las medidas cuantitativas analíticas juegan un rol importante en muchas áreas de investigación en química, biología, geología y otras ciencias. (p.2-3)

**Reacciones químicas analíticas**

A continuación, conozca los tipos y particularidades de las reacciones químicas analíticas:



Nota. https://shutr.bz/3gGiraq

* Reacciones ácido–base: implican una transferencia de protones. Para el estudio de los equilibrios en disolución quizás la definición más adecuada es la de *Bronsted – Lowry*, según la cual los ácidos se definen como especies capaces de ceder protones y bases como especies capaces de aceptar protones.
* Reacciones de formación de complejos: en estas se producen transferencia de iones o moléculas. A pesar de lo amplio del concepto de compuesto complejo se considera normalmente una reacción de formación de complejos aquélla en que una o varias moléculas del disolvente son reemplazadas por otras especies químicas; estas especies unidas a un ion central se denominan ligandos. El ligando puede ser una molécula neutra o un ion.
* Reacciones de precipitación: son aquellas en las que además de haber un intercambio de iones o de moléculas tiene lugar la aparición de una fase sólida. La aparición de una fase sólida en el seno de un líquido, bien por adición de un reactivo que forme un producto insoluble con alguno de los iones de la solución, o bien por concentración del mismo líquido hasta sobrepasar la saturación, recibe el nombre de precipitación, y se llama precipitado al producto sólido que se ha formado.
* Reacciones redox: son aquellas que se realizan mediante un intercambio de electrones, luego para que se produzca una reacción redox tiene que haber una especie que ceda electrones(reductor) y otra especie que los acepte(oxidante) el reductor se transforma en su forma oxidada y el oxidante en su forma reducida.

**Métodos analíticos volumétricos**

El análisis volumétrico se fundamenta lo mismo que el gravimétrico en una reacción química cuantitativa, donde la cantidad de sustancia que se investiga reacciona directamente con un volumen de solución de concentración conocida o con otra sustancia químicamente equivalente. Los métodos volumétricos tienen la ventaja de que son más rápidos y más sencillos que los gravimétricos.



Nota. https://bit.ly/3q4I8FS

**Patronizada**

Una vez preparada la solución con la que va a reaccionar la solución desconocida, debe ser patronizada, proceso conocido como estandarización de la solución, lo que produce una solución patrón de concentración conocida. La concentración de la solución patrón se determina valorando esta solución con una cantidad exactamente pesada de un compuesto puro conocido como patrón primario.

Característica de un patrón primario:

1. Debe tener alta pureza.
2. Estable a la humedad, luz, oxígeno etc.
3. No debe ser higroscópico, delicuescente ni eflorescente.
4. Barato, fácil de conseguir.
5. Tener un peso equivalente alto.

El patrón primario que se utiliza para la estandarización de soluciones NaOH es el biftalato de potasio.

**Equivalencias**

En la volumetría se agrega un volumen de la solución patrón que reacciona con la solución problema equivalentemente. Esta situación se alcanza en el llamado punto de equivalencia es decir en el punto estequiométrico de la reacción.

**Titulación**

La detección del punto final de la titulación se logra mediante el uso de los indicadores, los cuales cambian de color como consecuencia del cambio de la concentración del ion hidronio en los alrededores del punto de equivalencia.

Tipos de reacciones volumétricas:

* Reacciones ácido – base o de neutralización.
* Reacciones de oxidación – reducción.
* Reacciones de precipitación.
* Reacciones de formación de complejos.

1. **Protocolos para análisis de agua, suelo, olores y residuos sólidos**



Nota. <https://bit.ly/3q35Yle>

La importancia que representa la calidad del agua, el suelo y la reducción de los malos olores emitidos por distintos tipos de fuentes es asegurado por los protocolos de análisis químicos, físicos y microbiológicos donde se identifica la información necesaria de los analitos en cuestión; para obtener datos de forma precisa y exacta de las características de la muestra analizada. Estos datos deben provenir de muestras representativas y análisis de acuerdo con protocolos que sigan estrictas normas técnicas y legales de control de calidad. Los análisis clásicos (volumétricos y gravimétricos) y las técnicas instrumentales de análisis cobran gran relevancia en el control y caracterización medioambiental; ofreciendo alternativas de solución a diversas problemáticas que surgen de los las prácticas de uso del agua y el suelo y de los procesos industriales de los diversos sectores de mundo.

**Parámetros de análisis físicos, químicos y microbiológicos el agua**



Nota. https://bit.ly/3zvggiF

La calidad del agua superficial es una de las condiciones ambientales más importantes en el monitoreo actual del país y el mundo; la calidad del agua depende tanto de factores naturales, como de la acción humana, y se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua, con unas directrices legales de calidad del agua o estándares técnicos.

En el anexo denominado: Anexo\_1\_ ParametrosAnalisisAgua, conozca los Parámetros de análisis físico, químico y microbiológico del agua.

**Parámetros de análisis físicos, químicos y microbiológicos del suelo**

La calidad del suelo ha sido definida por la Sociedad de Ciencias del Suelo de América, como “la capacidad de un tipo específico de suelo para funcionar, dentro de los límites de los ecosistemas naturales, para sostener la productividad vegetal y animal, mantener y/o mejorar la calidad del agua y del aire, y apoyar la salud y la vivienda”.



Nota. https://shutr.bz/3vxYtE5

En el anexo denominado: Anexo\_2\_ ParametrosAnalisisSuelo, conozca los Parámetros de análisis físico, químico y microbiológico del suelo.

**Parámetros de análisis físicos, químicos y microbiológicos del olor**

Al hablar de calidad del aire atmosférico se debe recurrir, a la siguiente normatividad legal y técnica.

DI\_CF07\_GraficoInteractivo\_4-3\_ParametrosAnalisis

Para afianzar más y mejor los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del olor, le presentamos algunos elementos conceptuales y técnicos, adicionales, de suma importancia.

DI\_CF07\_GraficoInteractivo\_4-3\_ElOlor

Es momento de adentrarse en las Técnicas físico químicas de análisis olfatométricos**.** La caracterización de los olores se puede realizar mediante dos técnicas esencialmente: sensoriales y analíticas.

* 1. **Técnicas sensoriales**

Se basan en la percepción de los olores por el olfato humano. También incluyen la determinación del carácter de un olor (mapeo) y el nivel de agrado o desagrado de un olor (tono hedónico). Las técnicas sensoriales utilizan asesores humanos para medir un olor, siendo la olfatometría, la técnica usada comúnmente. Dicha prueba evalúa las diluciones con aire limpio que un olor debe sufrir para no ser detectable por un humano promedio (umbral de detección)



Nota. https://bit.ly/3cS34uj

En las técnicas sensoriales encontramos:

Mapeo triangular

Otras técnicas sensoriales incluyen la determinación del carácter de un olor (mapeo triangular) y el nivel de agrado o desagrado de un olor (tono hedónico) Las técnicas sensoriales tienen la ventaja de que proveen información útil sobre cómo las personas perciben los olores y el grado de molestia que provoca un olor determinado, o bien para evaluar la efectividad de un equipo de control de olores. La desventaja de este método es que no es específico y consecuentemente no identifica las especies químicas causantes del olor. Dentro de las técnicas sensoriales tenemos:

Olfatometría dinámica

La norma UNE-EN 13725:2004 establece un marco normativo de regulación para la toma de muestras y ensayo por olfatometría dinámica, en los que se utiliza el olfato humano como sensor. Esta norma define una metodología para la determinación de la concentración de olor de una muestra gaseosa usando un panel de “evaluadores” humanos (panelistas) como sensor, así como la determinación de la emisión.

Interpretación de valores

Según Monteiro T (2012):

El objetivo primordial de un estudio olfatométricos es evaluar si las emisiones de una determinada instalación pueden ser responsables o no de quejas en la población vecina. A esta conclusión se llega con la interpretación de los valores de concentración de inmisión, habitualmente denominados mapas de olores. (pp.51-52)

* 1. **Técnicas analíticas**



Nota. https://bit.ly/2TKMKon

Son métodos tradicionales de análisis químico para medir la concentración de compuestos específicos presentes en un olor. Puede hacerse mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas, mediante métodos húmedos (para mercaptanos) mediante narices electrónicas o mediante indicadores.

Las técnicas analíticas para caracterización de olores son relativamente fáciles de aplicar e identificar cuantitativamente las especies químicas presentes en un olor. La desventaja de la técnica es que no provee información alguna referente a la molestia que puede generar un olor.

La contribución de las especies químicas aisladas puede sumarse para obtener la concentración global del olor. La presencia o ausencia de una especie química en la mezcla de gases, o las concentraciones de éstas pueden potenciar, disminuir o inclusive cambiar la percepción de un olor por completo.

Debido a esto, las técnicas analíticas son usadas para definir criterios de diseño de métodos de control de olores, para determinar si las emisiones de una sustancia química específica están dentro de los niveles permitidos por las normas o para estimar la relación entre la concentración de una sustancia química y su equivalente en términos de percepción humana.

Narices electrónicas



Las narices electrónicas son una serie de sensores de distintos materiales metálicos que reaccionan de forma distinta a un mismo componente químico. Cuando una muestra olorosa entra en contacto con estos, se produce una respuesta química que se evalúa de forma conjunta para la totalidad de los sensores. La respuesta se relaciona con la intensidad o concentración del olor a partir de los valores obtenidos por panelistas humanos que trasladan los resultados a una base de datos que queda registrada.

Espectrometría infrarroja

Los análisis químicos son métodos de investigación y tienen la ventaja de ser repetibles y seguros, y se usan para caracterizar los componentes químicos de episodios de olor, especialmente para compuestos desconocidos. Sin embargo, una muestra puntual para un periodo de tiempo con análisis químicos subsecuentes, provee sólo información integrada de tiempo, pero no información relacionada con la frecuencia, intensidad y duración de la exposición, la cual es requerida para identificar efectivamente la huella de los componentes del olor.

En décadas anteriores se han desarrollado mejores tecnologías para análisis de compuestos químicos, como el espectrómetro transformador infrarrojo de paso abierto de Fourier (Open-Path Fourier transforminfrared / OP-FTIR) el cual ofrece monitoreo remoto, análisis multicompuestos rápidos y mediciones promedio.



Nota. https://bit.ly/35yQPyF

Cromatografía de gases‐olfatometría, o GCO

La cromatografía de gases‐olfatometría, o GCO, consiste en evaluar con la nariz humana las cualidades aromáticas de los compuestos que eluyen de la columna cromatográfica, a la vez que el detector instrumental instalado proporciona un cromatograma. De esta manera se pueden asignar olores a los picos y/o determinarse a qué tiempos de retención se detectan olores. Así, tal y como puede verse en la siguiente figura, la detección olfatométrica y la instrumental son simultáneas, lo que permite relacionar la información sensorial con la información química.

En la siguiente tabla se enuncian algunos procedimientos para la determinación de la concentración de sustancias de olores ofensivos en calidad del aire o inmisión:

DI\_CF07\_TablaInteractiva\_4-3\_b-TecnicasAnaliticas

**Parámetros de análisis físicos y químicos de los residuos sólidos**

Entre los diversos temas que guardan relación con una problemática de tanta actualidad como la protección y conservación del medio ambiente, la gestión de residuos sólidos ocupa un lugar principal dentro de la gestión ambiental. Esta gestión integrada es el término aplicado a todas las actividades asociadas con el manejo de los diversos flujos de residuos dentro de la industria y sociedad.

En este tema encontramos:

Caracterización física

Las características físicas más importantes de los residuos sólidos incluyen: peso específico o, contenido de humedad, tamaño de partícula y distribución del tamaño, capacidad de campo y porosidad de los residuos compactados.

Peso específico

El peso específico se define como el peso de un material por unidad de volumen (por ejemplo, kg/m3) Como el peso específico de los RS frecuentemente se refiere a residuos sueltos, encontrados en los contenedores, no compactados, compactados, etc., la base utilizada para los valores presentados siempre debe ser citada. Los datos sobre el peso específico a menudo son necesarios para valorar la masa y el volumen total de los residuos que tienen que ser gestionados.

Contenido de humedad

*M= (w-d) X 100*

donde:

*M* = Contenido de humedad, porcentaje.

*w* = Peso inicial de la muestra según se entrega (kg)

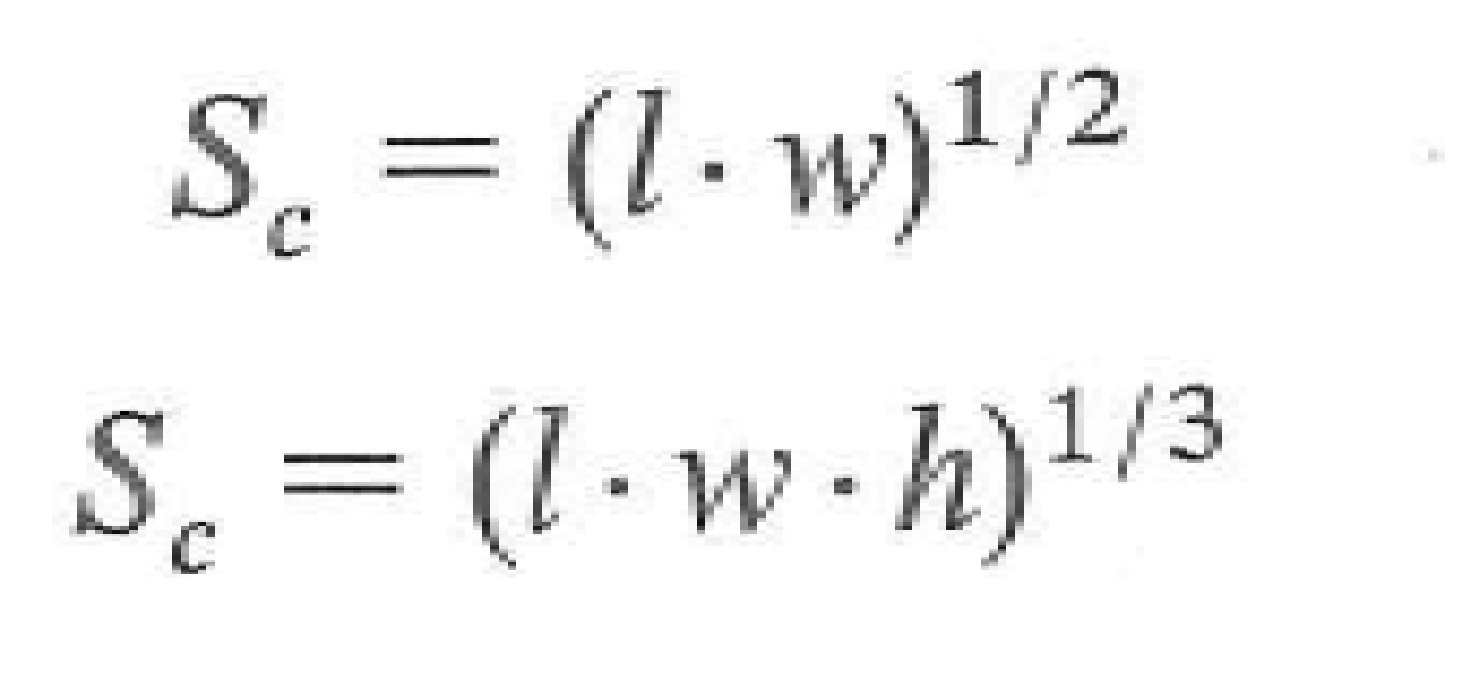
*d* = Peso de la muestra después de secarse a 105 ºC (kg)

El contenido de humedad de los residuos sólidos normalmente se expresa de dos formas. En el método de medición peso-húmedo, la humedad de una muestra se expresa como un porcentaje del peso del material húmedo; en el método peso-seco, se expresa como un porcentaje del peso seco del material. El método peso-húmedo se usa más frecuentemente en el campo de la gestión de residuos sólidos. En forma de ecuación, el contenido de humedad peso­-húmedo se expresa de la siguiente forma:

*M= (w-d) X 100*

Tamaño de partícula y distribución del tamaño

El tamaño y la distribución del tamaño de los componentes de los materiales en los residuos sólidos son una consideración importante dentro de la recuperación de materiales, especialmente con medios mecánicos, como cribas, tromeles y separadores magnéticos. El tamaño de un componente puede definirse mediante una de las siguientes medidas:



Donde:

*M* = Contenido de humedad, porcentaje.

*w* = Peso inicial de la muestra según se entrega (kg)

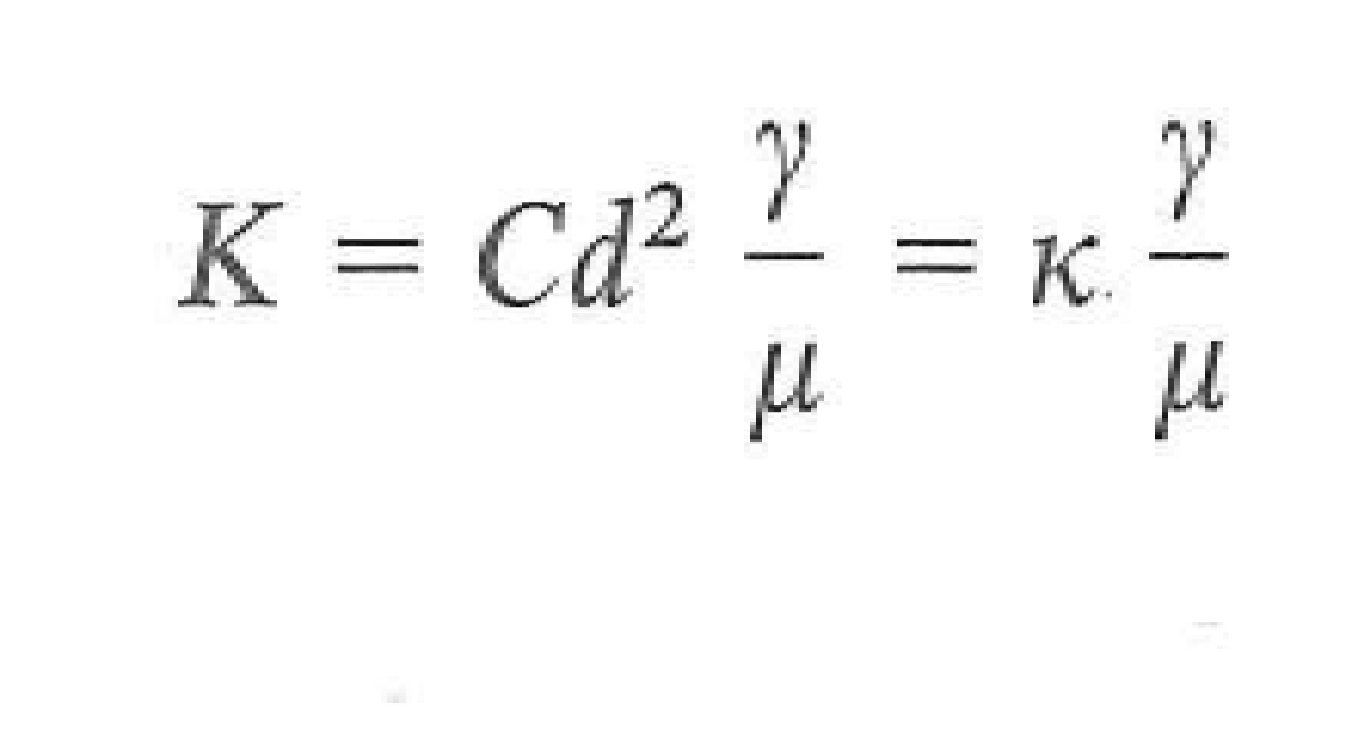
*d* = Peso de la muestra después de secarse a 105 ºC (kg)

Capacidad de campo

La capacidad de campo de los residuos sólidos es la cantidad total de humedad que puede ser retenida por una muestra de residuo sometida a la acción de la gravedad. La capacidad de campo de los residuos es de una importancia crítica para determinar la formación de la lixiviación en los vertederos. El exceso de agua sobre la capacidad de campo se emitirá en forma de lixiviación. La capacidad de campo varía con el grado de presión aplicada y el estado de descomposición del residuo. Una capacidad de campo de un 30 por 100 en volumen se corresponde con 76,2 cm/256 cm. La capacidad de campo de los residuos no seleccionados y no compactados de orígenes domésticos y comerciales está en la gama del 50 al 60 por 100.

Permeabilidad de los residuos compactados

La conductividad hidrológica de los residuos compactados es una propiedad física importante que, en gran parte, gobierna el movimiento de líquidos y gases dentro de un vertedero. El coeficiente de permeabilidad normalmente se escribe como:



Donde:

*K* = Coeficiente de permeabilidad.

C = Constante sin dimensiones o factor de forma.

*d* = Tamaño medio de los poros.

*y* = Peso específico del agua.

*µ* = Viscosidad dinámica del agua.

K = Permeabilidad intrínseca.

Caracterización fisicoquímica

La información sobre la composición química de los componentes que conforman los RS es importante para evaluar las opciones de procesamiento y recuperación. Por ejemplo, la viabilidad de la incineración depende de la composición química de los residuos sólidos. Normalmente, se puede pensar que los residuos son una combinación de materiales semihúmedos combustibles y no combustibles. Si los residuos sólidos van a utilizarse como combustible, las cuatro propiedades más importantes que es preciso conocer son de acuerdo a Propiedades físicas, químicas y biológicas de los residuos sólidos urbanos:

|  |
| --- |
| * **Humedad (pérdida de humedad cuando se calienta a 105 ºC durante una hora).** * **Materia volátil combustible (pérdida de peso adicional con la ignición a 950 ºC en un crisol cubierto).** * **Carbono fijo (rechazo combustible dejado después de retirar la materia volátil).** * **Ceniza (peso del rechazo después de la incineración en un crisol abierto).** |

1. **Protocolos para análisis de agua**

El objetivo primordial de cualquier análisis relacionado con la calidad del agua es brindar la información necesaria para el manejo adecuado de los recursos hídricos para obtener datos de forma precisa y exacta de las características físicas, químicas y microbiológicas de la muestra de agua evaluada; los datos deben provenir de muestras representativas y análisis de acuerdo con protocolos que sigan estrictas normas técnicas y legales de control de calidad.



Recuerde que la calidad del agua depende tanto de factores naturales, como de la acción humana, y se determina comparando las características físicas, químicas y microbiológicas de una muestra de agua; con unas directrices legales de calidad del agua y estándares técnicos.

La principal norma que rige el tema de calidad del agua en Colombia es el Decreto 1575 y resolución 2115 del año 2007, por medio del cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.



Nota. https://bit.ly/3q3hi0O

**4.1 Variables físicas, químicas y microbiológicas del agua**

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua que se va analizar dependen de la carga de contaminantes y uso que se va dar a la misma; es así que se pueden agrupar protocolos de análisis.



Nota. https://bit.ly/2U5OUz8

**Parámetros físicos**

A continuación, le mostramos la forma en que los protocolos de análisis se encuentran agrupados o clasificados.

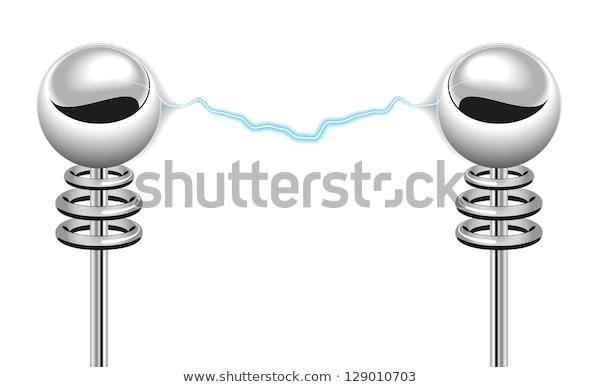
* Sólidos suspendidos totales en agua

El agua puede contener tanto partículas en suspensión como compuestos solubilizados, definiéndose la suma de ambos como Sólidos Totales (ST) La determinación de ST se realiza, conforme a la norma UNE 77030:1982, evaporando un volumen conocido de muestra y secando el residuo en estufa a 105 ºC, hasta pesada constante, indicándose el resultado en mg/L. Esta medida nos permite conocer el contenido total de sustancias no volátiles presentes.



Nota. https://bit.ly/35yUOeA

* Conductividad eléctrica



Nota. https://shutr.bz/35y4Ixi

La conductividad es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y de la temperatura de la medición. Las soluciones de la mayor parte de los compuestos inorgánicos son buenas conductoras. Las moléculas orgánicas al no disociarse en el agua, conducen la corriente a muy baja escala. Para la determinación de la conductividad la medida física hecha en el laboratorio es la resistencia, en ohmios o megaohmios.

La conductividad es el inverso de la resistencia específica, y se expresa en micromho por centímetro (µmho/cm) equivalentes a microsiemens por centímetro (µS/cm) o milisiemens por centímetro (mS/cm) en el Sistema Internacional de Unidades.

* El intervalo de aplicación del método

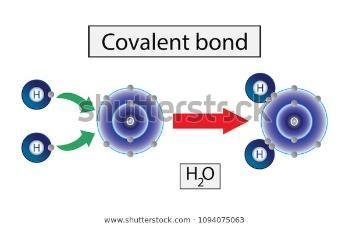
Según IDEAM (2016):

El intervalo de aplicación del método es de 10 a 10.000 (o hasta 50.000) µmho/cm, las conductividades fuera de estos valores son difíciles de medir con los componentes electrónicos y las celdas convencionales. El método es aplicable a aguas potables, superficiales, salinas, aguas residuales domésticas e industriales y lluvia ácida. El rango de trabajo en el IDEAM oscila entre 0.0 y 1999 µS/cm. (p.2)

**Sabía que**:

En su estado puro el agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, un enlace covalente que no permite el flujo de electrones. Sin embargo, el agua común que utilizamos para bañarnos, lavar o tomar agua, contiene sales minerales que están ionizadas, es decir que están cargadas eléctricamente, además de diferentes iones como calcio, magnesio, nitratos, cloruros y nitratos, que permiten el paso de la corriente.

* Potencial de hidrógeno pH



Nota. https://shutr.bz/2TBtrOp

* **El pH**

El término pH es una forma de expresar la concentración de ion hidrógeno o , más exactamente, la actividad del ión hidrógeno. En general se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total.

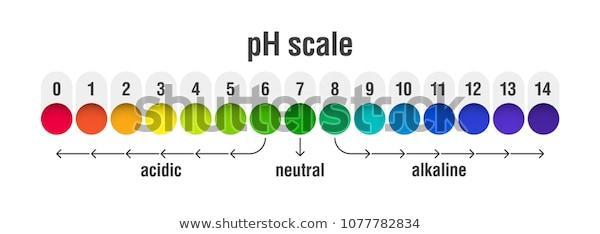


Nota. https://shutr.bz/3gCq1Us

Hasta este punto, le hemos mostrado 5 de los tipos de agrupación de los protocolos de análisis. Es momento de continuar con otros, adicionales, de suma importancia.

* **Suministro de aguas**

El suministro de aguas es un factor que debe considerarse con respecto a la coagulación química, la desinfección, el ablandamiento y el control de corrosión. En las plantas de tratamiento de aguas residuales que emplean procesos biológicos, el pH debe controlarse dentro de un intervalo favorable a los organismos. Tanto por estos factores como por la relaciones que existen entre pH, alcalinidad y acidez es importante entender los aspectos teóricos y prácticos del pH.



Nota. https://shutr.bz/3cL0zdl

Según IDEAM (2007):

El principio básico de la medida electrométrica del pH se fundamenta en el registro potenciométrico de la actividad de los iones hidrógeno por el uso de un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia, o un electrodo combinado. La fuerza electromotriz (fem) producida por el sistema electroquímico varía linealmente con el pH y puede verificarse por la obtención de una gráfica de pH vs. fem para diferentes soluciones de pH conocido.

El pH de la muestra se determina por interpolación. Casi todos los aparatos usados hoy en día utilizan el electrodo de vidrio, en combinación con un electrodo de calomel, empleado como electrodo de referencia, para medir el pH. El potencial entre los electrodos es proporcional a la concentración de iones hidrógeno en solución. El sistema de electrodos se calibra siempre con soluciones de pH conocido. De acuerdo con el fabricante y el tipo de medidor de pH, cada aparato posee sus propias características e instrucciones de uso. (P.1)

* Turbiedad

La turbiedad en el agua es causada por materia suspendida y coloidal tal como arcilla, sedimento, materia orgánica e inorgánica dividida finamente, plancton y otros microorganismos microscópicos.

La turbiedad es una expresión de la propiedad óptica que causa la luz al ser dispersada y absorbida en vez de transmitida sin cambios en la dirección del nivel de flujo a través de la muestra: en otras palabras, es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea emitida y no transmitida a través de la suspensión. A mayor intensidad de dispersión de la luz, la turbidez será mayor.



Nota. https://shutr.bz/3xxJfAe

* La correlación de la turbiedad con el peso



Nota. https://shutr.bz/3cPWZhW

Según IDEAM (2007):

La correlación de la turbiedad con el peso o concentración del número de partículas de material suspendido es difícil debido a que el tamaño, forma e índice de refracción de las partículas afecta las propiedades de dispersión de la luz de la suspensión. 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. (P.1)

* Temperatura

La temperatura es un parámetro físico que afecta mediciones de otros como pH, alcalinidad o conductividad. Las temperaturas elevadas resultantes de descargas de agua caliente, pueden tener un impacto ecológico significativo por lo que la medición de la temperatura del cuerpo receptor, resulta útil para evaluar los efectos sobre éste.

El método se aplica a todo tipo de aguas: potables, residuales y superficiales, incluyendo las marinas.

* Color, olor y sabor

Son las propiedades organolépticas que se evalúan a través de los sentidos. No se evalúan de forma experimental a nivel de contaminación, pero su presencia es una señal de que la depuración de un efluente no está siendo correcta. Son de gran relevancia en aguas potabilizadas, por el rechazo que puede darse en el consumidor al detectar colores, olores o sabores que no asocie con agua apta para el consumo humano.

**Parámetros químicos**



Nota. https://shutr.bz/3gA9m43

La calidad química del agua está determinada por las sustancias químicas presentes en la muestra analizada en un tiempo determinado y un punto específico.

* Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto (OD) es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios así como para otras formas de vida aerobia. No obstante, el oxígeno es ligeramente soluble en el agua; la cantidad real de oxígeno que puede estar presente en la solución está determinada por:

a) La solubilidad del gas.

b) La presión parcial del gas en la atmósfera.

c) La temperatura.

d) La pureza del agua (salinidad, sólidos suspendidos).

Según IDEAM (2004):

* La interrelación de estas variables debe ser consultada en textos apropiados (ver bibliografía) para conocer los efectos de la temperatura y la salinidad sobre la concentración de OD.
* Las concentraciones de OD en aguas naturales dependen de las características fisicoquímicas y la actividad bioquímica de los organismos en los cuerpos de agua. El análisis del OD es clave en el control de la contaminación en las aguas naturales y en los procesos de tratamiento de las aguas residuales industriales o domésticas.
* La muestra obtenida se trata con sulfato manganeso (MnSO4), hidróxido de sodio (NaOH) y yoduro de potasio (KI) estos dos últimos reactivos combinados en una solución única, y finalmente se acidifica con ácido sulfúrico (H2SO4)
* Inicialmente se obtiene un precipitado de hidróxido manganoso, Mn(OH)2, el cual se combina con el OD presente en la muestra para formar un precipitado carmelito de hidróxido mangánico, MnO(OH)2; con la acidificación, el hidróxido mangánico forma el sulfato mangánico que actúa como agente oxidante, para liberar yodo del yoduro de potasio. El yodo libre es el equivalente estequiométrico del OD en la muestra y se valora con una solución estándar de tiosulfato de sodio 0.025N.
* Para minimizar el efecto de los materiales interferentes existen algunas modificaciones del método yodométrico. La modificación de la azida elimina la interferencia causada por los nitritos (esta es la más común en efluentes tratados biológicamente y en muestras incubadas para la prueba de la DBO) se emplea en el análisis del OD en la mayoría de aguas residuales, efluentes y aguas superficiales, especialmente si las muestras tienen concentraciones mayores de 50 µg NO2 – - N/L y no más de 1 mg de hierro ferroso/L. Los compuestos oxidantes y reductores interfieren en la determinación. (p.1)
* **Demanda química de oxígeno DQO**

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo.

Las sustancias orgánicas e inorgánicas oxidables presentes en la muestra, se oxidan mediante reflujo cerrado en solución fuertemente ácida (H2SO4) con un exceso de dicromato de potasio (K2Cr2O7) en presencia de sulfato de plata (Ag2SO4) que actúa como agente catalizador, y de sulfato mercúrico (HgSO4) adicionado para eliminar la interferencia de los cloruros. Después de la digestión, el K2Cr2O7 remanente se titula con

sulfato ferroso amoniacal para determinar la cantidad de K2Cr2O7 consumido.

Analysis of Dissolved Oxygen(OD),BOD and Alkalinity in Laboratory.


Nota. https://shutr.bz/3gyvuM8

La materia orgánica se calcula en términos de oxígeno equivalente. Para muestras de un origen específico, la DQO se puede relacionar empíricamente con la DBO, el carbono orgánico o la materia orgánica. El método es aplicable a aguas superficiales y residuales, usando el dicromato de 0,025 N en un rango de 2.0 mg O2/L a 100 mg O2/L, usando el dicromato de 0,10 N en un rango de 10 mg O2/L a 450 mg O2/L y con el dicromato de 0,25 N tiene un intervalo de lectura de 10 mg O2/L a 1000 mg O2/L.



Nota. https://shutr.bz/3wDkN0y

También, la oxidación microbiana o mineralización de la materia orgánica es una de las principales reacciones que ocurren en los cuerpos naturales de agua y constituye una de las demandas de oxígeno, ejercida por los microorganismos heterotróficos, que hay que cuantificar.

Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de DBO a cinco días. Esencialmente, la DBO es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un periodo de cinco días a 20 °C.



Nota. https://bit.ly/3q4Pkli

Según IDEAM (2007):

En aguas residuales domésticas, el valor de la DBO a cinco días representa en promedio un 65 a 70% del total de la materia orgánica oxidable. La DBO, como todo ensayo biológico, requiere cuidado especial en su realización, así como conocimiento de las características esenciales que deben cumplirse, con el fin de obtener valores representativos confiables.

El ensayo supone la medida de la cantidad de oxígeno consumido por organismos vivos en la utilización de la materia orgánica presente en un residuo; por tanto, es necesario garantizar que durante todo el periodo de ensayo exista suficiente oxígeno disuelto para ser utilizado por los organismos. Además, debe garantizarse que se suministran las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo y trabajo de los microorganismos, así que hay que proporcionar los nutrientes necesarios para el desarrollo bacteriano, tales como N y P y eliminar cualquier sustancia tóxica de la muestra.

Es también necesario que exista una población de organismos suficiente en cantidad y en variedad de especies, llamada “Cepa” o “semilla”, durante la realización del ensayo, para la degradación de la materia orgánica. El método se aplica en este laboratorio para la matriz aguas naturales superficiales y residuales industriales. Es empleado para el intervalo de 2 a 5000 mg/L. Es un método electrométrico, en el que se determina el oxígeno disuelto consumido, en sus procesos metabólicos, por los microorganismos, en la degradación de la materia orgánica, incubando la muestra en la oscuridad a 20 ± 30C, por cinco días. (P.2)

* Alcalinidad

La alcalinidad del agua es su capacidad de neutralizar ácidos, y es la suma de todas las bases titulables; el valor medido puede variar significativamente con el pH de punto final empleado. La alcalinidad es una medida de una propiedad agregada del agua y se puede interpretar en términos de sustancias específicas sólo cuando se conoce la composición química de la muestra.



Nota. https://bit.ly/2SBotBg

Debido a que la alcalinidad de muchas aguas superficiales es primariamente una función del contenido de carbonato, bicarbonato e hidróxido, se toma como un indicador de la concentración de estos constituyentes. Los valores medidos también pueden incluir contribuciones de boratos, fosfatos, silicatos, u otras bases que estén presentes.

La alcalinidad superior a las concentraciones de metales alcalinotérreos es significante para determinar la aptitud de un agua para irrigación. Las mediciones de alcalinidad se emplean en la interpretación y control de los procesos de tratamiento de aguas. Las aguas residuales domésticas tienen una alcalinidad menor, o ligeramente mayor, que la del agua de suministro.

Los iones hidroxilo presentes en una muestra como resultado de disociación o hidrólisis de solutos reaccionan con adiciones de ácido estándar. En consecuencia la alcalinidad depende del pH de punto final empleado. La alcalinidad de una muestra se determina mediante el volumen de un ácido estándar requerido para titular una porción a un pH seleccionado.



Nota. https://bit.ly/3zCwaaI

La titulación se efectúa a temperatura ambiente con un pH metro o un titulador automático calibrados, o mediante indicadores coloreados. En este último caso, se debe preparar y titular un blanco del indicador. La construcción de una curva de titulación permite la identificación de puntos de inflexión y capacidad tampón, si existe, y permite determinar la alcalinidad con respecto a cualquier pH de interés.

En la titulación de especies básicas simples, como en la estandarización de reactivos, el punto final más exacto se obtiene del punto de inflexión de una curva de titulación. Debido a que la identificación exacta de puntos de inflexión puede ser difícil o imposible en mezclas tamponadas o complejas, la titulación en tales casos se lleva a cabo hasta un punto final de pH arbitrario basado en consideraciones prácticas.



Nota. https://bit.ly/2SBoEwq

Según IDEAM (2007):

Para titulaciones de control rutinarias o estimaciones preliminares rápidas de la alcalinidad, se puede usar el cambio de color de un indicador como punto final. Para muestras de baja alcalinidad (menor de 20 mg CaCO3/L) se aplica una técnica de extrapolación basada en la proporcionalidad aproximada de la concentración de iones hidrógeno por el exceso de titulante más allá del punto de equivalencia. Se mide cuidadosamente la cantidad de ácido estándar requerido para reducir el pH exactamente en 0,30 unidades.

Debido a que este cambio de pH corresponde al doble de la concentración de iones hidrógeno, se puede hacer una simple extrapolación del punto de equivalencia. La alcalinidad está expresada como alcalinidad a la fenolftaleína (P), o como alcalinidad total (T) La primera corresponde al contenido total de hidróxido y carbonato presentes en la muestra, y la segunda, además de los anteriores, incluye el contenido de bicarbonato.

Sabía que: consumir agua alcalina puede ayudar a aliviar el reflujo gastroesofágico, donde el líquido permite contrarrestar la acidez al impedir la activación de la pepsina y ejercer un efecto antiácido, reduciendo las molestas agruras. Sin embargo, no es aconsejable beber grandes cantidades de agua alcalina pues al alcalinizar el estómago puede traer como consecuencia dificultad al digerir la comida. Imagen. (pp.2-3)

* Dureza

En la práctica se considera que la dureza es causada por iones metálicos divalentes, capaces de reaccionar con el jabón para formar precipitados y con ciertos aniones presentes en el agua para formar incrustaciones.

**Tabla 1**

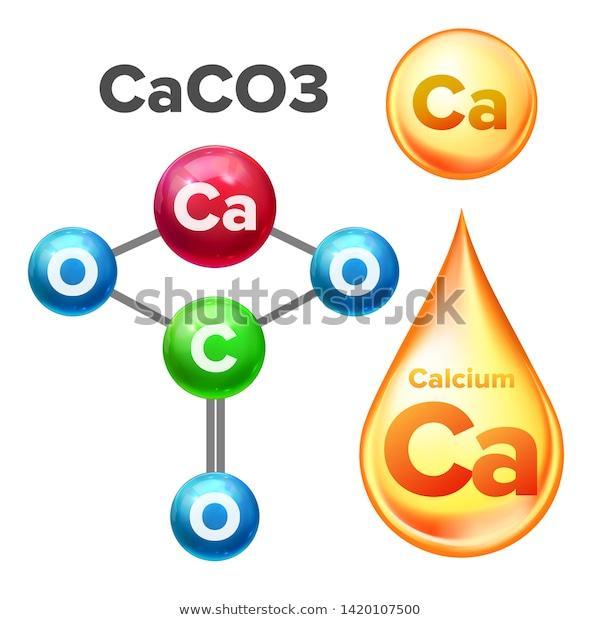
*Cationes y aniones*

|  |  |
| --- | --- |
| Cationes | Aniones |
| Ca++ | HCO3 - |
| Mg++ | SO4 = |
| Sr++ | Cl - |
| Mn++ | NO3 - |
|  | SIO3= |

Nota. Tomado de Lievano E (2020).

Los principales cationes que causan dureza en el agua y los principales aniones asociados con ellos son los siguientes:

* En menor grado, Al +++ y Fe +++ son considerados como iones causantes de dureza. En general, la dureza es igual a la concentración de cationes polivalentes del agua. Desde el punto de vista sanitario, las aguas duras son tan satisfactorias para el consumo humano como las aguas blandas; sin embargo, un agua dura requiere demasiado jabón para la formación de espuma y crea problemas de lavado; además deposita lodo e incrustaciones sobre las superficies con las cuales entra en contacto, así como en los recipientes, calderas o calentadores en los cuales se calienta.



Nota. https://shutr.bz/2SGWEHu

Segùn IDEAM (2007):

* El límite para dureza en agua potable es de 160 mg CaCO3/L. Para aguas de caldera de presión intermedia el límite es 1 mg/L y de presión alta, 0.07 mg CaCO3/L, en aguas de enfriamiento 650 mg CaCO3/L. Este método es aplicable a aguas potables, superficiales, contaminadas y aguas residuales. El ácido etilendiaminotetraacético y sus sales de sodio (EDTA) forman un complejo de quelato soluble al añadirlo a las soluciones de algunos cationes metálicos. Cuando se añade EDTA al agua que contiene calcio y magnesio, aquél se combina primero con el calcio.
* De acuerdo con los criterios actuales, la dureza total se define como la suma de las concentraciones de calcio y magnesio, ambos expresados como carbonato de calcio, en miligramos por litro. La nitidez del punto final en el método volumétrico de EDTA, aumenta con los incrementos de pH.
* Sin embargo, el pH no puede aumentar indefinidamente debido al peligro de precipitación de carbonato de calcio (CaCO3) o hidróxido magnésico, Mg (OH)2, y por que la titulación cambia de color a pH alto. El valor de pH especificado de 10 constituye una solución satisfactoria. (P.1)
* Grasas y aceites

Le presentamos, ahora, elementos importantes sobre el método de extracción Soxhlet para la determinación de grasas y aceites.

DI\_CF07\_GraficoInteractivo\_5-1-2\_Parametros-GrasasYaceites

Luego de conocer sobre el método de extracción Soxhlet para la determinación de grasas y aceites, le invitamos a conocer, en la siguiente gráfica, algunos factores de importancia respecto a Sulfatos y Nitritos.

DI\_CF07\_GraficoInteractivo\_5-1-2\_Parametros-SulfatosNitritosYnitratos

Para continuar el apartado Parámetros químicos, conozca a continuación otros elementos de suma importancia referentes al mismo.

* Acidez

La acidez del agua puede definirse como su capacidad para neutralizar bases o también como su capacidad para reaccionar con iones hidróxido o su capacidad para ceder protones o como la medida de su contenido total de sustancias ácidas. Las aguas excesivamente ácidas atacan los dientes.

De acuerdo al SENA (2019):

* La causa más común de acidez en aguas es el CO2 el cual puede estar disuelto en el agua como resultado de las reacciones de los coagulantes químicos usados en el tratamiento o de la oxidación de la materia orgánica, o por disolución de dióxido de carbono atmosférico, pero en residuos industriales es la acidez mineral.
* El CO2 se combina con el agua para formar un ácido débil, inestable, H2CO3, el cual se descompone muy fácilmente. Por ello todo el dióxido, aun combinado se considera CO2  libre.
* La acidez se titula mediante la adición de iones OH- provenientes de una disolución de NaOH 0,02N. Dando paso a la siguiente reacción.

2NaOH + CO2→ Na2CO3 + H2O

Na2CO3 + CO2 + H2O -→ 2NaHCO3

NaOH + CO2 → -NaHCO3

* En una muestra que contenga únicamente dióxido de carbono, bicarbonatos y carbonatos, la titulación hasta pH 8.3 a 25ºC corresponde a la neutralización estequiometria del ácido carbónico a bicarbonato, por esta razón, el cambio de color del indicador. (P.1)

Le invitamos ahora a finalizar el apartado Parámetros químicos, estudiando, atentamente, algunos factores referentes a Carbono total y Nitrógeno total.

DI\_CF07\_GraficoInteractivo\_5.1.2\_Parametros-carbonoTotalYnitrogeno

**Parámetros microbiológicos**

El objetivo de la prueba microbiológica del agua es proveer subsidio acerca de su potabilidad, es decir, ausencia de riesgo de ingestión de microorganismos causadores de enfermedades, mayormente provenientes de la contaminación por excrementos humanos y de otros animales de sangre caliente. Vale resaltar que los microorganismos presentes en aguas naturales son, en su mayoría, inofensivos a la salud humana. Pero en la contaminación por desecho sanitario están presentes microorganismos que podrán perjudicar la salud humana. Los microorganismos patogénicos incluyen virus, bacterias, protozoarios y helmintos, coliformes totales y E.Coli. Bajo el Método NMP pueden encontrarse:

La Escherichia coli forma la mayor parte de la flora comensal aerobia y anaerobia facultativa del tubo digestivo, y se elimina por las heces al exterior, por lo tanto, no es Infrecuente que se encuentre en el medio ambiente, donde son capaces de sobrevivir durante cierto tiempo en el agua y los alimentos, de manera que su aislamiento constituye un indicador de contaminación fecal reciente.



Nota. https://shutr.bz/3vFVeKO

Puede intervenir en procesos patológicos como la producción de cuadros intestinales, diarreas e infecciones extra intestinales diversas. Los coliformes totales, se encuentran con más frecuencia en el medio ambiente, pueden estar en el suelo y en las superficies del agua dulce, por lo que no son siempre intestinales, su identificación en estas fuentes sugiere fallas en la eficiencia del tratamiento y la integridad del sistema de distribución.



Nota. https://shutr.bz/2TGZBYP

La prueba de enzima – sustrato definido, se fundamenta en la actividad enzimática de los Coliformes totales y los coliformes fecales (E. coli) Los coliformes totales se diferencian según su capacidad para fermentar lactosa, así:

Fermentadores rápidos: E. coli, klebsiella, enterobacter, poseen 2 enzimas, la betagalactósido - permeasa, su actividad es permitir que la lactosa se difunda a través de la membrana celular. La otra es la beta-galactosidasa la cual descompone por hidrólisis el enlace beta - galactósido que une las moléculas de glucosa y galactosa para formar el disacárido de lactosa, liberando así la glucosa que de esta manera puede ser fermentada. Los fermentadores lentos: carecen de la enzima beta -galactósido - permeasa.



Nota. https://shutr.bz/3zB44wJ

Los no fermentadores, no poseen ninguna de las enzimas. En los medios sólidos con lactosa se comportan en general como no fermentadoras y solo puede detectarse demostrando la presencia de beta - galactosidasa por la reacción del ONPG (ortonitrofenil – galactopiranósido) compuesto capaz de atravesar la pared celular y que la beta -galactosidasa descompone en galactosa y ortonitrofenil, que al liberarse en medio alcalino toma un color amarillo pálido.



Nota. https://shutr.bz/2SAz0wz

El método está recomendado para análisis microbiológico para las muestras de agua en general, ya sea potable, de consumo humano, no tratadas, residuales, aguas de alberca y de playa. El método es aplicable en un rango de 1 a 1800 NMP/100mL para detectar y cuantificar la concentración de coliformes totales y E.coli para evaluar la calidad microbiológica de estas.



Nota. https://shutr.bz/3gBPEVB

Según el Decreto 475 de 1998, por el cual se expiden normas técnicas de calidad de agua potable:

Artículo 25. El agua para consumo humano debe cumplir con los siguientes valores admisibles desde el punto de vista microbiológico. Número más probable:

1. Coliformes totales. microorganismos 0/100 mL
2. E. coli. 0 microorganismos /100mL

Otro método por el cual se puede identificar presencia de microorganismos es el Método de filtración por membrana en agar chromocult. La filtración por membrana es el mecanismo mediante el cual se atrapan en la superficie de la membrana microorganismos cuyo tamaño es mayor que el tamaño del poro 0.45 um, esto gracias a que una bomba eléctrica ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que se filtre.

Los contaminantes de tamaño menor que el específico del poro atraviesan la membrana o se quedan retenidos en su interior, las bacterias quedan en la superficie de la membrana y luego está es llevada a un medio de enriquecimiento selectivo. En el IDEAM se utiliza el medio de cultivo Chromocult el cual promueve el crecimiento y la identificación.



Nota. https://shutr.bz/3q56P59

El medio de cultivo contiene el sutrato Salmon GAL – 6 cloro – 3 indol y βD galactopiranosido es un sustrato cromogénico que es usado para la detección de la enzima galactosidasa de colonias bacterianas en un ensayo colorimétrico; que da como resultado el cambio de la colonia a un color rojo salmón.



Nota. https://shutr.bz/3cPOcNd

Esta reacción se observa cuando hay coliformes totales. Para diferenciar la E.coli de los coliformes totales se hace por medio del sustrato cromogénico X-Glucorósido, que reacciona con la enzima glucuronidasa pero estas también reaccionan con el sustrato Salmón- GAL produciendo un color azul - violeta en la colonia.

Según IDEAM (2007):

El método es aplicable a aguas superficiales y residuales en el IDEAM en un rango de 1 a 200000 UFC/100mL. Según el Decreto 1575 de 2007 “Por el cual se expiden normas técnicas de calidad de agua potable”. Artículo 25. El agua para consumo humano debe cumplir con los siguientes valores admisibles desde el punto de vista microbiológico. Filtración por membrana:

* Coliformes totales. 0 UFC/100mL
* E. coli, 0 UFC/100mL. (pp.2-3)

Le invitamos a continuar con el estudio de los ítems Macroinvertebrados y Bioindicadores, para lo cual se ha preparado una gráfica interactiva.

DI\_CF07\_GraficoInteractivo\_5.1.3\_ParamMicrobiologicos-MacroYBio

**4.2 Manejo de residuos, características de peligrosidad**

Los residuos de laboratorios de análisis de agua se clasifican en diversas categorías en función de su naturaleza, peligrosidad y destino final.

**Llamado a la acción**

Le invitamos a revisar la Tabla 5 del Anexo 6 para que afiance su comprensión al respecto del Manejo *de residuos, característica de peligrosidad*.



Nota. <https://shutr.bz/35xOW5l>

**4.3 Método *Biological Monitoring Working Party BMWP***

Este método se basa en el principio de que diferentes [invertebrados](https://en.wikipedia.org/wiki/Invertebrate) [acuáticos](https://en.wikipedia.org/wiki/Aquatic_animal) tienen distinta tolerancia a los [contaminantes](https://en.wikipedia.org/wiki/Pollutant) . En el caso de BMWP, esto se basa en la sensibilidad / tolerancia a la contaminación orgánica (es decir, enriquecimiento de nutrientes que puede afectar la disponibilidad de [oxígeno disuelto](https://en.wikipedia.org/wiki/Dissolved_oxygen)) Es importante reconocer que la clasificación de sensibilidad / tolerancia variará para los diferentes tipos de contaminación.

* En el caso de BMWP / Clasificación de contaminación orgánica, la presencia de [moscas de](https://en.wikipedia.org/wiki/Mayfly) [mayo](https://en.wikipedia.org/wiki/Stonefly) o [moscas de](https://en.wikipedia.org/wiki/Mayfly) [piedra,](https://en.wikipedia.org/wiki/Stonefly) por ejemplo, indica las vías fluviales más limpias y se les da un puntaje de tolerancia de 10. [[2]](https://en.wikipedia.org/wiki/Biological_monitoring_working_party#cite_note-2) Los invertebrados con menor puntuación son los gusanos (Oligochaeta) que puntúan 1. El número de macroinvertebrados diferentes también es un factor importante, porque se supone que una mejor calidad del agua contiene menos contaminantes que incluirían especies "sensibles", lo que da como resultado una mayor diversidad.
* [Se emplea el muestreo de patada](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Kick_sampling&action=edit&redlink=1), donde se coloca una red de aguas abajo del muestreador y el lecho del río se agita con el pie durante un período de tiempo determinado (el estándar es de 3 minutos) Todos los macroinvertebrados atrapados en la red se almacenan y conservan con una solución de alcohol, y se identifican a nivel [familiar](https://en.wikipedia.org/wiki/Family_(biology)) , esto también se puede hacer con los organismos vivos.

Recolección de macroinvertebrados.



Nota. https://bit.ly/3zzNDAI

* El puntaje de BMWP es igual a la suma de los puntajes de tolerancia de todas las familias de macroinvertebrados en la muestra. Se considera que un puntaje BMWP más alto refleja una mejor calidad del agua. Alternativamente, también se calcula el puntaje promedio de puntaje por taxón (ASPT) El ASPT es igual al promedio de los puntajes de tolerancia de todas las familias de macroinvertebrados encontrados, y varía de 0 a 10.
* La principal diferencia entre ambos índices es que el ASPT no depende de la riqueza familiar. Una vez que se calculan BMWP y ASPT, se utiliza el Índice de Calidad de Lincoln (LQI) para evaluar la calidad del agua en el área de la Autoridad de Agua de Anglian.

**Equipos de análisis de agua**

Las técnicas instrumentales de análisis tienen gran relevancia en el monitoreo de la calidad del agua, como también durante el proceso de tratamiento de agua residual. La concentración de metales y aniones en el agua se pueden detectar, empleando técnicas modernas de análisis.



Nota. https://bit.ly/3zyVAGh

Es de gran importancia hallar las concentraciones de estos componentes para tener un conocimiento de su calidad y corroborar si se cumple con los límites máximos permisibles nacionales e internacionales.

Visita la tabla 7 en el anexo 8 donde se muestran algunos equipos utilizados en los análisis de agua:

1. **Protocolos de análisis de suelos**

Según Fernández L.C (2006):

* El suelo es un cuerpo natural que conforma el hábitat de bacterias, hongos, levaduras, virus y plantas superiores, entre otros, que sirve para la alimentación de los animales y del hombre a través de los ciclos tróficos.
* El suelo y los microorganismos mantienen los sistemas ecológicos, ya que le aportan componentes químicos y minerales (como resultado de la biodegradación) y complejos orgánicos como ácidos húmicos y fúlvicos, enzimas, vitaminas, hormonas y antibióticos; además, albergan una rica reserva genética.
* Por la gran importancia que representa el suelo para la vida del hombre y de todos los seres vivos, este recurso se debe conservar. Sin embargo, en la actualidad está seriamente amenazado por la práctica de sistemas de producción inadecuados o mal aplicados, que incluso han acelerado los procesos de erosión y desertificación de grandes zonas.
* De igual forma, la industrialización y urbanización han generado una gran cantidad de desechos que son incorporados al suelo, lo cual ocasiona tanto la reducción de su fertilidad como la modificación de sus procesos naturales. Por lo anterior, es necesario estudiar las características particulares del suelo para determinar su grado de contaminación y, consecuentemente, aplicar alguna de las tecnologías de remediación existentes. (p.13)

Para profundizar en este tema sobre Protocolos de Análisis de Suelos, visite el documento denominado Anexo3\_ProtocolosAnalisiSuelos

**Equipos para análisis de suelos**

La calidad del suelo ha sido definida por la Sociedad de Ciencias del Suelo de América como “la capacidad de un tipo específico de suelo para funcionar, dentro de los límites de los ecosistemas naturales, para sostener la productividad vegetal y animal, mantener y/o mejorar la calidad del agua y del aire, y apoyar la salud y la vivienda”.

Esta funcionalidad del suelo varía dependiendo del interés del observador: para los administradores puede significar la capacidad del suelo de mejorar la productividad y mantener los recursos del suelo para el futuro; para los conservacionistas mantener los recursos del suelo y la protección del medio ambiente; para los consumidores la producción de alimentos sanos y de bajo costo; para los ambientalistas la capacidad de sustentar la biodiversidad, la calidad del agua, el ciclo de nutrientes y la producción de biomasa.



Nota. https://bit.ly/35MWiCp

De acuerdo a Gómez J.C (2013):

La calidad del suelo, entonces, es cada vez más aceptada como un indicador integral de la calidad ambiental, seguridad alimentaria y viabilidad económica.

Por lo tanto, es un indicador ideal de la gestión sostenible de la tierra.

Es así, que se hace indispensable conocer en qué estado y que tan funcional es un suelo para tomar las decisiones pertinentes de uso y manejo; de esta manera el análisis de suelos entra a jugar un papel importantísimo en los diagnósticos de calidad ya que es éste el que nos va a permitir reconocer de manera puntual cada una de las características físicas y químicas. (pp 51-52)

En la tabla 9, contenida en el anexo 12, se muestran algunos equipos utilizados en los análisis del suelo. Conózcalos.

1. **Protocolo para análisis de olores**

La olfatometría es una técnica de toma de muestras y análisis de olores, que unida al desarrollo de sistemas de modelización de la dispersión, permite evaluar las molestias producidas por malos olores y determinar el origen de las mismas. Los estudios olfatométricos constituyen una herramienta de gran utilidad para el control y reducción de los malos olores emitidos por distintos tipos de fuentes. Estos estudios permiten no sólo determinar el grado de molestia creado en el entorno, sino también identificar las fuentes de olor realmente importantes y adoptar sistemas eficaces de eliminación.

Para profundizar en este tema sobre el protocolo para análisis de olores visite el documento denominado anexo4\_protocoloAnalisisOlores

1. **Protocolo de análisis de residuos sólidos**

A continuación. le presentamos una gráfica de estudio del protocolo de análisis de residuos sólidos.

DI\_CF07\_GRÁFICO INTERACTIVO\_10\_ProtocoloAnalisisResiduos

A continuación, estudie mediante la actividad propuesta, la clasificación de los Residuos o desechos peligrosos.

DI\_CF07\_GRÁFICO INTERACTIVO\_ 10\_ResiduoPeligroso

* 1. **Muestreo y preparación de la muestra**

Una característica para realizar el muestreo de los sólidos en el laboratorio, es hacer un trabajo específico, con la colaboración de los técnicos o encargados de los mismos, para determinar las características de los residuos sólidos producidos en cada uno de estos espacios o lugares, determinando el número de personas y el aforo de los residuos generados.



Nota. https://shutr.bz/3iSwpsy

**Caracterización física**

Este proceso se lleva a cabo en el sitio de almacenamiento central de los residuos. Para realizar el ensayo se acondiciona el lugar y se debe instalar básculas y dinamómetros para el pesaje de los mismos. Allí se pesa el material y se registran los datos en un formato para el control de bolsas; luego, se procede a clasificar la muestra por tipo de residuo, los cuales deben ser pesadas una a una.

* Materia orgánica: cáscaras y restos de alimentos, madera, follaje y otros. Papel: papel de imprenta y escritura, papel archivo, papel de oficina, sobres de cartas, papel sucio, papel kraft (bolsas, sobres) papel de desperdicio mezclado, papel higiénico, servilletas, papel parafinado, cartón.
* Plásticos: PET (polietileno tereftalato) (1) Botellas para refrescos; PE–AD (Polietileno de alta densidad) (2) botellas para leche, agua, zumos, detergentes; PVC (policloruro de vinilo) (3) botellas de agua y aceite para ensaladas; PE–BD (polietileno de baja densidad) (4) película de envolver; PP (polipropileno) (5) comidas rápidas, película, botellas de salsas; PS (poliestireno) (6) botellas de fármacos, tapas de espuma, entre otros; otros (7) cueros y textiles.
* Metales: ferrosos y no ferrosos. Vidrio: vidrio blanco, ámbar y verde. Otros: papel laminado, tetra pak, carbón y cenizas, carbón de fotocopiadora. Peligrosos: químicos, pilas, baterías, fármacos, etc. Materiales pétreos.

**Análisis físico-químicos y microbiológicos**

Según Yepes (2007):

Para realizar ensayos de laboratorio se aconseja realizarlo sobre material orgánico y para ello se puede aplicar el método de cuarteo de la siguiente forma.

Con la materia orgánica encontrada se conforma un montículo, que se homogeniza mezclándolo con una pala, formando luego un círculo en el piso. Posteriormente se procede a dividirlo en cuatro partes y se seleccionan dos opuestas para formar otra muestra representativa más pequeña.

La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide nuevamente en cuatro partes, se escogen dos opuestas y se forma otra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener el tamaño de la muestra necesaria para hacer las mediciones respectivas. Obteniendo una muestra representativa para su transporte al laboratorio. (p.11)

**Preservación y transporte de las muestras**

Segùn Cano L (2017):

Después de hacer los respectivos cuarteos, una vez obtenidas las muestras, estas son colocadas en un cooler y selladas para evitar la contaminación y facilitar su traslado. Una vez en el laboratorio se depositan las muestras en un refrigerador adaptado a 8°C de temperatura. De esta manera, se evita pérdidas de humedad por evaporación o reacciones aceleradas de descomposición. (P.28)

**Preparación de las muestras para el análisis**

Según CXano (2017):

Una vez obtenidas las muestras en el laboratorio, se procede a realizar la caracterización de la misma, esto quiere decir que se pesa cada categoría de residuo para obtener cuál es su porcentaje en peso respecto al total de la muestra. Después de saber cuál es el porcentaje de cada categoría de residuo, se hace una relación respecto a los 100g que se necesita de muestra para los análisis de laboratorio, con el fin de tener una muestra representativa. Posteriormente se debe realizar el picado de las muestras de cada categoría en pedazos no mayores a 1cm, con la ayuda de tijeras o la espátula de laboratorio, para después trasladarlas a los crisoles de porcelana. (p.28)

**Determinación de humedad y cenizas**

De acuerdo a MinAmbiente (2017):

La humedad de los residuos sólidos está referida a la cantidad total de agua que estos contienen. El cálculo de este parámetro es importante para estimar la potencialidad de los residuos sólidos para la generación de lixiviados, y la consecuente facilitación de la degradación de los mismos (digestión aerobia y anaerobia). (p.43)

Según Cano (2016):

Después de picar la muestra y obtener los 100g de residuos homogenizado, se procede de la siguiente manera:

* Se toman tres crisoles de porcelana de 50 mL, se los etiqueta y se los pesa en la balanza analítica.
* Se anota el peso con las cifras que proporciona la balanza en peso crisol.
* Se procede a aforar el crisol con la muestra húmeda y se anota con 2 cifras significativas en Peso crisol + Muestra húmeda.
* Se introducen los crisoles en la estufa automática.
* La estufa se la programa a 105 °C durante un periodo de 24 horas.
* Pasado este periodo de tiempo, se espera durante aproximadamente 10 minutos antes de abrir la estufa. Luego se retira cada crisol con pinzas y se los pesa nuevamente, su valor se lo anota en peso crisol + residuo seco.
* Una vez llenados los datos en la tabla siguiente y se halla el porcentaje de humedad contenido en los RS. (p.30)

Una captura de pantalla de una computadora

Descripción generada automáticamente

* Cálculo para la determinación del porcentaje de humedad

Imagen que contiene captura de pantalla

Descripción generada automáticamente

Donde:

A = Peso del crisol más la muestra húmeda (g)

B = Peso del crisol más la muestra seca (g)

C = Peso del crisol (g)

Determinación del porcentaje de cenizas (%C)

Se toma tres crisoles de porcelana de 50 mL, se los etiqueta y se los pesa en la balanza analítica.

* Se anota el peso con 2 cifras significativas en peso crisol.
* Se procede a aforar el crisol con la muestra húmeda y se anota el valor con 2 cifras significativas en peso crisol + muestra.
* Se introduce los crisoles en la mufla automática.
* Se programa la mufla a 900 °C durante un periodo de 6 horas.
* Pasado este periodo de tiempo, se espera mínimo 45 minutos antes de extraer los crisoles de la mufla. Este procedimiento se lo realiza con las pinzas para el crisol.
* Pesar y anotar el peso.
* Una vez llenado los datos en la tabla siguiente y basados en la ecuación, se procede a determinar el porcentaje de cenizas obtenidas del proceso de incineración de los RS. (p.48)

Imagen que contiene captura de pantalla

Descripción generada automáticamente

Hasta este punto, usted ha estudiado 6 acciones para desarrollar muestreo de sólidos en el laboratorio. Para completar el estudio de los elementos de caracterización y muestreo de los residuos sólidos. Desarrolle la actividad que se propone a continuación; allí encontrará otras acciones para llevar a cabo ese proceso.

* Cálculo para la determinación del porcentaje de cenizas.

Una captura de pantalla de una computadora

Descripción generada automáticamente

Donde:

CC = Peso del crisol más la ceniza (g)

W = Peso del crisol vacío (g)

CS = Peso del crisol con la muestra seca (g)

**Determinación de pH**

El pH puede definirse como una medida que expresa el grado de acidez o basicidad. El valor de pH representa el menos logaritmo en base diez de la concentración (actividad) de iones hidrógeno [H+ ]. Como la escala es logarítmica, la caída en una unidad de pH es equivalente a un aumento de 10 veces en la concentración de H+ . Entonces, una muestra de agua con un pH de 5 tiene 10 veces más H+ que una de pH 6 y 100 veces más que una de pH 7



Nota. https://shutr.bz/3vx65Xu

**Procedimiento en el laboratorio**

Según determinación de pH (2007):

El pH puede ser analizado en el campo o en el laboratorio. No olvide utilizar recipientes bien limpios para tomar y acarrear las muestras de suelo (preferentemente lávalas previamente y enjuáguese con agua destilada) Si la muestra es llevada al laboratorio, la determinación debe ser realizada preferentemente dentro de las 2 primeras horas a partir de la colecta, ya que puede cambiar por interacción con el anhídrido carbónico (CO2) atmosférico. Conserve las muestras refrigeradas para su transporte. (como se ya se indicó)

La determinación será realizada con tiras indicadoras. Estas simplemente se sumergen por un instante en la muestra de agua, lo que provoca un cambio de color. Posteriormente se comparan con el patrón de coloración impreso en la caja para asignarles un pH. (p.2)

El otro procedimiento se basa en colocar la muestra en un vaso de precipitado, introducir el electrodo del potenciómetro y realizar la lectura.



Nota. <https://shutr.bz/3q8Evi0>

**Densidad**

De acuerdo al Ministerio de Medio Ambiente Perú (2014):

La densidad hace referencia a la cantidad de masa ocupada en un volumen determinado y su relación es referenciada al peso: g/mL; kg/m3 …etc.

Para la determinación se realiza el siguiente protocolo.

* Utilizar un recipiente con capacidad conocida de preferencia cilindros 150 u 200 litros y con lados homogéneos.
* Medir la altura y diámetro del recipiente cilíndrico.
* Al azar escoger bolsas de las ya registradas y pesadas y vaciar su contenido dentro del recipiente,
* Una vez lleno el recipiente, levantar el cilindro 20 cm sobre la superficie y dejarlo caer, repite esta acción por tres veces, con la finalidad de uniformizar la muestra llenando los espacios vacíos del cilindro.
* Medir la altura y registrar el dato
* Realizar este procedimiento durante los 8 días del estudio.
* Cuando se llene el cilindro se procede a determinar la altura que se deja libre de residuos sólidos dentro de este, para ello se debe medir la altura libre del cilindro es decir la altura sin residuos y se registra. (p.43)

Una captura de pantalla de una computadora

Descripción generada automáticamente

Nota. https://bit.ly/3vDLxfO

*Fórmula para calcular la densidad*

Una captura de pantalla de una computadora

Descripción generada automáticamente

**Resistencia microbiológica**

Es la capacidad que tienen los microorganismos de soportar los efectos de biocidas con la finalidad de eliminarlas o controlarlas.

**Materiales y métodos**

Según Mantilla, C. (2010):

Con las muestras llevadas al laboratorio se elabora los medios cultivo líquidos a partir de los residuos-sólidos se realiza pesaje, picado y licuado en un volumen adecuado de agua destilada hasta obtener las concentraciones de 25, 50 y 75% p/v; el pH se ajusta a 6,70 con una solución de bicarbonato de sodio al 10%. Para la preparación de los medios de cultivos sólidos se realiza el mismo procedimiento adicionando agar-agar en cantidad apropiada de acuerdo con el producto comercial (15 g/L). Los medios preparados se esterilizan a 1 atm de presión, 121 °C, durante 15-20 min. (párr.8)

**Relación carbono nitrógeno**

Es la relación que se presenta entre el carbono con respecto al nitrógeno en los residuos orgánicos, todos los residuos tienen relaciones distintas, por eso es importante mezclar diversos materiales para llegar a la relación adecuada. La relación con la que se han encontrado mejores resultados en el proceso de degradación de los residuos orgánicos es de 30/1 (30 carbonos por cada nitrógeno) en la mezcla final, cuando se mezclan materiales diversos puede que la relación no de exactamente este valor, pero sus valores deben estar en rangos cercanos.

La relación C/N tiene gran importancia, ya que ayuda a la descomposición de los residuos, evitando a la vez que se generen olores desagradables.



Nota. https://bit.ly/2S7on3R

Habiendo estudiado con atención las acciones de muestreo de sólidos en el laboratorio, es momento de conocer la importancia del carbono.

El carbono es la fuente de energía para los microorganismos; el carbono se puede encontrar en residuos con altos contenidos de carbohidratos, generalmente se asocian con materiales de color café o amarillo, entre estos están aserrín, hojarasca, cascarilla de arroz, paja, papel, etc.

Según Casco E (2005):

* De otra parte, la importancia del nitrógeno, se debe a que es un elemento importante en la estructura de las proteínas y se relaciona con la generación de microorganismos y a mayor cantidad de ellos más rápida la degradación de los residuos sólidos orgánicos.
* Para garantizar una relación C/N adecuada es necesario mezclar en correctas proporciones residuos orgánicos ricos en C y ricos en N. Es deseable que la relación carbono nitrógeno (C/N) esté en el rango de 25 a 35/1 en la mezcla inicial.
* Si el residuo tiene una alta relación C/N, pero la materia orgánica es poco biodegradable, la relación C/N disponible realmente para los microorganismos es menor y el proceso evolucionará rápidamente, pero afectará solo a una proporción de la masa total.
* Si la relación C/N es muy baja el compostaje es más rápido pero el exceso de nitrógeno se desprende en forma amoniacal, produciéndose una autorregulación de la relación C/N del proceso (Dalzell et al, 1991, Barrena, 2006 & Moreno y Moral, 2007)
* Según Velástegui (2009), la cantidad de carbono necesaria es superior a la de nitrógeno, por dos razones fundamentales:
  + Debido a que los microorganismos lo utilizan para la formación del material celular y como fuente de energía.
  + Porque está presente en el material celular en cantidad muy superior a la del nitrógeno, pero esta cantidad varía según el microorganismo. (p.48)

**7.2 Equipos para análisis de muestras en residuos sólidos**

En el desarrollo de este tema, conoceremos las características de los equipos de laboratorio y de campo para el análisis de residuos sólidos.

**Medición de humedad**

Para esta prueba se tiene un sensor de humedad, del cual, en el comercio existen diferentes tipos como los hidrómetros o sensores de humedad en el suelo, el cual permite medir la conductividad en el suelo y su funcionamiento se da por medio de dos microsensores, los cuales se ajustan a la humedad relativa de la zona dada, generando la información por medio de un proceso de conversión mediante un chip situado en el sistema del equipo.



Nota. https://shutr.bz/3vJ3lXi

Los sensores proporcionan las lecturas de los contenidos volumétricos de agua en la muestra a la que se colocan (m3 de agua/m3 de suelo) Estos sensores ya están precalibrados para usarse en una amplia gama de tipos de suelo o de muestras de residuos sólidos. Se deberán realizar algunas calibraciones.

Otro procedimiento para la determinación de la humedad y por otra parte de las cenizas es en el laboratorio con el uso de la mufla y el horno, una vez llevadas las muestras al laboratorio, recuerde seguir los protocolos de cadena de custodia.

Procure homogeneizar 100 g que se necesita de muestra para los análisis de laboratorio, con el fin de tener una muestra representativa. Posteriormente se realiza el picado de las muestras de cada categoría en pedazos no mayores a 1cm con la ayuda de la espátula de laboratorio para después trasladarlas a los crisoles de porcelana.

Los crisoles deben estar previamente tarados, este procesos se lleva a cabo lavándose muy bien, luego colocarlos en el horno a 105 ªC por 40 min, posteriormente, con las pinzas para crisol llévalos al desecador para la absorción de la humedad que pueda tener el crisol , en el desecador debe pasar más o menos 20 min a 30 min.

Pese los crisoles en una balanza analítica y registre los datos con las 5 cifras significativas, es recomendable realizar la prueba por triplicado.

Una captura de pantalla de una computadora

Descripción generada automáticamente

Posteriormente afore el crisol, pese nuevamente y registre el peso dado. Lleve los crisoles al horno a 105ªC por 24 horas, pasado el tiempo apague el horno y espere 10 min antes de abrir la compuerta. Lleve, con la ayuda de las pinzas, los crisoles al desecador esperen de 20 min a 25 min y pese nuevamente.

**Determinación de cenizas**

Para la determinación de las cenizas se realiza el mismo procedimiento anterior, pero con ciertas diferencias, como, cuando afore los crisoles con las muestras, llévalas a la mufla, que previamente está encendida a los 900 ºC. Debe tener mucha precaución utilizando las pinzas correspondientes, deje las muestras por 6 horas, pasado este tiempo, apague la mufla y espere 45 min a que se enfríe y con la ayuda de las pinzas lleve los crisoles al desecador y espere de 20 min a 25 min, pese de nuevo los crisoles con las muestras y registre.



Nota. https://shutr.bz/3iPNF1q



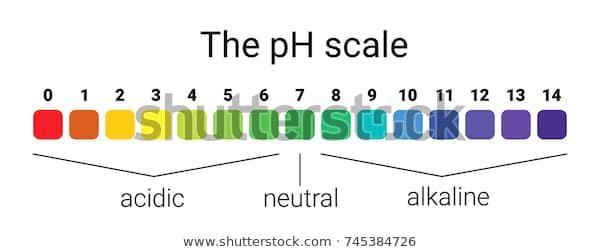
Nota. https://shutr.bz/3zF82oe

**pH**

Según Cuervo J (2014):

La medición del parámetro de pH es de gran importancia, ya que permite determinar si los residuos sólidos tienen propiedades alcalinas o ácidas. Un factor a tener en cuenta es que algunas materias primas pueden aumentar el pH (residuos del procesado de papel, cenizas) y otras disminuirlo (residuos de comida). Por otro lado, la producción de ácidos orgánicos y las condiciones anaeróbicas (ausencia de aire) pueden producir pH < 4,5 limitando la actividad microbiana. (p.31)

La medición de este parámetro se puede hacer mediante cintas de papel tornasol, esta es una tecnología de bajo costo, que puede ser utilizada por cualquier persona. El procedimiento para medir este parámetro es poner la cinta humedecida sobre los residuos o sobre el material ya degradado.



Nota. https://shutr.bz/3iQDQjZ

Para procesos más tecnificados lo mejor es contar con un pH metro digital para suelos o residuos sólidos, que se introduce en la mezcla y da el valor de pH.

*pHmetro*

Imagen que contiene captura de pantalla

Descripción generada automáticamente

Nota. https://bit.ly/35vZ3rz

**Tratamiento y disposición de los residuos generados en el laboratorio**

Se abordarán las características de tratamiento y disposición de los residuos generados en el laboratorio; estos, son los productos químicos que quedan en pequeñas cantidades como restos inutilizables y son residuos especiales ya que pueden ser residuos de disolventes orgánicos halogenados y no halogenados, compuestos mercuriados, ácidos orgánicos e inorgánicos, bases, sales y demás compuestos que se hallen en el laboratorio.

Para profundizar en el tema Tratamiento y disposición de los residuos generados en el laboratorio, le invitamos a estudiar con atención el documento denominado Anexo\_5\_TratamientoYDisposicionResiduos

1. **Análisis de datos**

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras ambientales (agua, suelo, aire y residuos sólidos) comprenden la separación, identificación y determinación de las cantidades relativas de los componentes de una muestra; es decir es un análisis cuantitativo que determina ¿cuánto? de determinado componente está presente en la muestra analizada. El resultado numérico tendrá significado dentro del contexto del análisis, por tanto, es necesario realizar un tratamiento matemático que lleve al valor que mejor represente el resultado buscado.

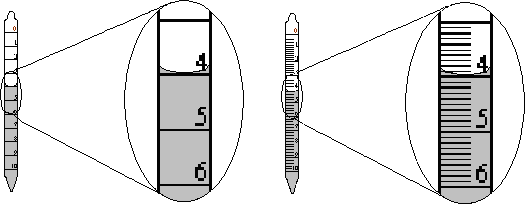


Nota. https://bit.ly/2SALFzD

**Las cifras significativas**

Las cifras significativas de una medida indican, implícitamente, la incertidumbre o inexactitud de la medida sin necesidad de incluir el símbolo “±”. El reporte debe contener un solo dígito incierto o inexacto: el último, que corresponde a la apreciación del instrumento.

“Las cifras significativas son los dígitos significativos en una cantidad medida o calculada”) y se sobreentiende que el último dígito es incierto o inexacto. En el caso mostrado en la siguiente imagen, con la pipeta A (4 mL) se está reportando una sola cifra significativa; con la pipeta B (4,0 mL) se están reportando dos cifras significativas.



Pipeta A Pipeta B

Volumen: 4 mL  1 mL Volumen: 4,0 mL  0,1 mL

**Reglas para utilizar cifras significativas**

A continuación, le presentamos una serie de reglas que le permitirán utilizar cifras significativas.

* Todo dígito diferente de cero es una cifra significativa: 6 mL tiene una sola cifra significativa. 6,0 mL tiene dos cifras significativas; 640 mL tiene tres cifras significativas.
* Todo cero que se encuentre entre dos dígitos diferentes de cero, es una cifra significativa: 307 g tiene tres cifras significativas; 5024 mL tiene cuatro cifras significativas.
* Los ceros a la izquierda del primer dígito diferente de cero *no son* cifras significativas:
* 0,305 kg tiene tres cifras significativas; 0,0085 L tiene dos cifras significativas; 0,00003204 km tiene cuatro cifras significativas; 0,05 cm3 tiene una sola cifra significativa.

Una forma sencilla de diferenciar cuales ceros son cifras significativas, es cambiar de notación decimal a notación científica ya que las cifras significativas se mantienen sin importar la notación.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Notación Decimal | Notación Científica | Cifras significativas |
| 0,305 | = 3,05 x 10─1 | tiene tres cifras significativas |
| 0,0086 | = 8,6 x 10─3 | tiene dos cifras significativas |
| 0,00001004 | = 1,004 x 10─5 | tiene cuatro cifras significativas |
| 0,03 | = 3 x 10─2 | tiene una sola cifra significativa |

De acuerdo a Luzardo M (2016):

* Todos los ceros a la derecha de una cifra diferente de cero son cifras significativas.
* 2,00 m tiene tres cifras significativas
* 3,2400 L tiene cinco cifras significativas.
* 120 L tiene tres cifras significativas
* 200 g tiene tres cifras significativas

25000 mL tiene cinco cifras significativas si se midió con un instrumento cuya apreciación es 1 mL, pero sólo tendrá tres cifras significativas si la apreciación es 100 mL.

* Cuando se desee expresar una cantidad sin que queden dudas, es recomendable usar la notación científica:
* 120 L con sólo dos cifras significativas se expresará 1,2 x 102 L.
* 25000 mL con tres cifras significativas se expresará 2,50 x 104 mL.
* Cuando se resuelven problemas, las cifras significativas deberán indicarse en el enunciado. En caso de duda se recomienda al estudiante utilizar al menos tres cifras. significativas en todos los cálculos.
* Cuando se resuelven problemas que implican datos experimentales, se deben tomar las cifras significativas que indique el instrumento de medida. (p.24)

**Exactitud y precisión**

Cuando se analizan los datos obtenidos en un análisis es importante tomar en cuenta la exactitud y la precisión de los valores obtenidos experimentalmente.

Se denomina *exactitud* a la cercanía de un resultado al valor considerado como verdadero. Una medida será más exacta mientras más cerca del valor verdadero se encuentre. Para determinar la exactitud de un resultado es necesario conocer previamente el valor verdadero (valor real) de la medida.Se denomina precisión de un grupo de medidas a la dispersión o separación de las mismas. Un grupo de medidas tendrá mayor precisión cuanto más cercanas se encuentren unas de otras. Se puede determinar la precisión sin necesidad de conocer el valor verdadero o real.

La exactitud y la precisión no son dependientes entre sí: puede existir precisión sin exactitud y viceversa*.*

Para comprender mejor estos términos, se utilizará como ejemplo una “diana” de tiro al blanco. El valor considerado como valor real o valor verdadero es el centro de la diana y los puntos corresponden a los lanzamientos realizados que equivaldrían a los resultados de los análisis.

*Exactitud y precisión*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 2 3 4 | | | |
| 1. Precisos, pero no exactos (cercanos entre sí, pero desviados del centro) | 1. Exactos, pero no precisos (cercanos al centro, pero alejados entre sí) | 1. Ni precisos ni exactos | 1. Precisos y exactos (cercanos entre sí y todos cerca del centro) |

Nota.Luzardo M. (s, f) Exactitud y precisión

**Tratamiento matemático de los datos**

En el siguiente ejercicio se muestra el tratamiento matemático de un análisis de una muestra de agua, en el cual se obtienen una serie de valores que deben ser estudiados y sometidos a un tratamiento estadístico, a fin de reportar un único resultado.

DI\_CF07\_GRÁFICO INTERACTIVO\_ 12.4\_TratamientoMatematicoDatos

1. **SÍNTESIS**

El siguiente mapa integra los criterios y especificidades de los conocimientos expuestos en el presente componente formativo.

CF7\_Sintesis

**D. ACTIVIDADES DIDÁCTICAS (OPCIONALES SI SON SUGERIDAS)**

|  |  |
| --- | --- |
| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD DIDÁCTICA | |
| Nombre de la actividad | *Bases conceptuales en la valoración de las muestras* |
| Objetivo de la actividad | *Afianzar los conocimientos sobre conceptos básicos en la valoración de las muestras.* |
| Tipo de actividad sugerida | Relacionar términos. |
| Archivo de la actividad  (Anexo donde se describe la actividad propuesta) | Actividad\_1.docx |

1. **MATERIAL COMPLEMENTARIO:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **TEMA** | **Referencia APA del Material** | **Tipo de material**  **(Video, capítulo de libro, artículo, otro)** | **Enlace del Recurso o**  **Archivo del documento o material** |
| **Protocolos para análisis de agua, suelo, olores y residuos sólidos** | **Bascón, M (2016). La cromatografía de gases-olfatometría como herramienta en la evaluación del aroma de los alimentos. Trabajo de grado.** [**https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/54627/La%20cromatograf%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y**](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/54627/La%20cromatograf%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y) | **Documento** | [**https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/54627/La%20cromatograf%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y**](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/54627/La%20cromatograf%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y) |
| **Aplicación de protocolos de análisis de muestras** | **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (s.f.). *Métodos analíticos*. IDEAM.**  [**http://www.ideam.gov.co/web/agua/metodos-analiticos**](http://www.ideam.gov.co/web/agua/metodos-analiticos) | **Página web** | [**http://www.ideam.gov.co/web/agua/metodos-analiticos**](http://www.ideam.gov.co/web/agua/metodos-analiticos) |
| **Protocolos de análisis de suelos** | **Servicio Nacional de Aprendizaje (2013). *Manual de prácticas de campo y del laboratorio de suelos.***[**https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2785/1/practicas\_campo\_laboratorio\_suelos.pdf**](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2785/1/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf) | **Manual** | [**https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2785/1/practicas\_campo\_laboratorio\_suelos.pdf**](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2785/1/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf) |
| **Equipos de análisis de agua** | **Universidad Politécnica de Cartagena (s.f.). *Análisis de aguas.* UPCT.** [**https://www.upct.es/~minaeees/analisis\_aguas.pdf**](https://www.upct.es/~minaeees/analisis_aguas.pdf) | **Informe técnico** | [**https://www.upct.es/~minaeees/analisis\_aguas.pdf**](https://www.upct.es/~minaeees/analisis_aguas.pdf) |

1. **GLOSARIO:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Término** | **Significado** |
| Almacenamiento | Representa el proceso de recolección y acumulación de residuos sólidos en el sitio de generación de los diferentes sectores de la producción. Implica la tenencia de residuos peligrosos por un período temporario al final del cual estos serán tratados, dispuestos o almacenados en otro lugar. (ICBF, 2020). |
| Análisis físico y químico del agua | Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas (Resolución 2115, 2007, p.1). |
| Calidad del agua | Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia (Decreto 1575, 2007, p.1). |
| Ficha de seguridad (FDS) u Hoja de datos de seguridad | Es una fuente que proporciona información completa sobre una sustancia o mezcla con miras al control y reglamentación de su utilización en el lugar de trabajo. Adicional a lo anterior aporta información sobre peligros, incluidos aquéllos para el medio ambiente, y sobre las medidas de seguridad correspondientes. (ICBF, 2020). |
| Horizonte del suelo | Es una capa de suelo o de material de suelo aproximadamente paralela a la superficie del terreno, que es producto de la evolución y que difiere de capas adyacentes genéticamente relacionadas con ella en propiedades y características físicas, químicas y biológicas. (NTC 3656). |
| Monitoreo | Proceso de muestreo del sistema de suministro de agua para consumo humano, que cubre espacio, tiempo y frecuencia en los puntos concertados según norma (IDEAM, sf). |
| Muestra | Toma puntual de agua en los puntos de muestreo concertados, que refleja la composición física, química y microbiológica representativa del momento, para el proceso de vigilancia de la autoridad sanitaria (INS, 2011, p.9). |
| Muestra simple | Este tipo de muestra se toma en un momento y lugar determinado. Es aplicable en los casos que se sabe, la composición del agua no varía significativamente en el tiempo o lugar, como lo son usualmente para caracterización fisicoquímica de aguas naturales. En este caso, tomar diferentes muestras puntuales puede ser útil para describir el comportamiento a través del espacio y tiempo (NTC 5667-2, 1995). |
| Muestras compuestas | De acuerdo al Instituto de investigaciones marinas y costeras [INVEMAR], en el Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos, describe estas muestras como las que son usadas en su mayoría para vertimientos domésticos e industriales:  Debido a la variación horaria de su caudal, por tal razón son muy utilizadas en el monitoreo de ríos, vertimientos o procesos industriales en línea. Su toma se realiza en un mismo punto en intervalos de tiempo previamente definidos, y el volumen de cada muestra parcial puede ser constante o variar en función del caudal. (INVEMAR). |
| Muestras integradas | Este tipo de muestra consiste en la recolección de muestras simples en diferentes puntos de manera simultánea que posteriormente son mezcladas. En caso de presentarse variaciones de caudal en los puntos de muestreo, se debe tener en cuenta para que el volumen aportado sea proporcional al caudal medido durante la toma de la muestra. (Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales [IDEAM], 2017). |
| Muestra disturbada | Muestras obtenidas del terreno sin ningún intento de preservar la estructura del suelo; es decir las partículas del suelo se recogen “sueltas” y se dejan mover unas en relación con otras. (NTC 4113-1). |
| Muestra no disturbada | Muestras obtenidas del terreno usando un método diseñado para preservar la estructura del suelo; es decir se usa equipo de muestreo especial en tal forma que no se deja que las partículas y los vacíos cambien con respecto a la distribución existente en el terreno antes del muestreo. (NTC 4113-1). |
| Muestreo | Proceso de toma de muestras que son analizadas en laboratorios para obtener información sobre la calidad del agua del sitio concertado en que fueron tomadas (INS, 2011, p.9). |
| Perfil del suelo | Exposición vertical de horizontes de un suelo individual que son el resultado de la edafogénesis durante el período de formación del suelo (NTC 3656). |
| Sustancias químicas | Elemento químico y sus compuestos en estado natural u obtenidos mediante cualquier proceso de producción, incluidos los aditivos necesarios para conservar la estabilidad del producto y las impurezas que resulten del proceso utilizado, y excluidos los disolventes que puedan separarse sin afectar a la estabilidad de la sustancia ni modificar su composición. (ICBF, 2020). |

1. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Asociación Española para la calidad AEC (2010) Contaminación Odorífera p.1-2

<https://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=3527643c-0525-42fd-9943-1c881254e44f&groupId=10128>

Bascón,M(2016). La cromatografía de gases-olfatometría como herramienta en la evaluación del aroma de los alimentos. Trabajo de grado. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/54627/La%20cromatograf%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Caballero. M.-Universidad Nacional del litoral (s, f) Introducción a la química analítica

<https://drive.google.com/file/d/1Whan95W6nbJuyEBByRvJkeSKPOFMSCyM/view?usp=sharing>

Diaz. A. – Monteiro. T - Ministerio de Salud y Protección Social - Organización Panamericana de la Salud. 2012).

Lineamiento para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto de los olores ofensivos en la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas en áreas urbanas. Colombia. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/impacto-olores-ofensivos-salud.pdf>

Fernández L.C-Instituto Mexicano del Petróleo Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología. (2006). Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados. Ciudad de México D.F. México.p.13. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CG008215.pdf>

Fenavi.org*. (*2014). Resolución-2087-de-2014-Protocolo-Monitoreo-control-y-Vigilancia-de-Olores-Ofensivos-1.pdf*.* Colombia.p.9

<https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/Resoluci%C3%B3n-2087-de-2014-Protocolo-Monitoreo-control-y-Vigilancia-de-Olores-Ofensivos-1.pdf>

Gómez J.C. - SENA . (2013). Manual de Prácticas de Campo y del Laboratorio de Suelos. Espinal. Colombia.p.7. <https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2785/1/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf>

IDEAM.GOV.CO (s, f) metodos-analiticos. <http://www.ideam.gov.co/web/agua/metodos-analiticos>

IDEAM (2007). Toma de muestras de aguas residuales. <http://www.ideam.gov.co/web/agua/metodos-analiticos>

[IDEAM]. (2014). Guía para el monitoreo de vertimientos de aguas superficiales y subterráneas. <http://www.corponor.gov.co/control_calidad/2014/Guia_monitoreo_IDEAM.pdf>

Instituto Nacional de Salud [INS]. (2011). Manual de instrucciones para la toma, preservación, transporte de muestras de agua para consumo humano para análisis de laboratorio. ISBN 978-958-13-0147-8. [https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP](https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2011%20Manual%20toma%20de%20muestras%20agua.pdf)

Instituto de Hidrología, Metereología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2017). Toma de muestras de aguas superficiales para la red de calidad. [http://sgi.ideam.gov.co/documents/412030/35488871](http://sgi.ideam.gov.co/documents/412030/35488871/M-S-LC-I004+INSTRUCTIVO+TOMA+DE+MUESTRAS+DE+AGUAS+SUPERFICIALES+PARA+LA+RED+DE+CALIDAD+DEL+IDEAM.pdf/359abf07-33e5-4262-911c-df2e9d6be323?version=1.0)

Instituto Nacional de Salud ( 2007). Manual de Instrucciones para la Toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA]. (2011). Protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples. Argentina. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-protocolo_de_muestreo_de_aguas_inta.pdf>

SENA (2013 ). Manual de prácticas de campo y del laboratorio de suelos. Centro Agropecuario “La granja” Regional Tolima

Torres. H.- universidad libre (s, f) Guía 1 química analítica.

<http://www.redjbm.com/catedra/guias/quimica/QUI-ANA-GUI1.pdf>

Thomas, L (2019, febrero 26). Técnicas de la química analítica. News Medical Life science. https://www.news-medical.net/life-sciences/Analytical-Chemistry-Techniques-(Spanish).aspx

Universidad Carlos III de Madrid ( s.f ) Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas .<https://www.upct.es/~minaeees/analisis_aguas.pdf>

1. **CONTROL DEL DOCUMENTO**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Autor (es)** | **Nombre** | **Cargo** | **Dependencia** | **Fecha** |
| Diana Carolina Triana Guarnizo | Instructor | Centro de Gestión Industrial | Agosto 2020 |
| Juan Carlos Cárdenas Sánchez | Instructor | Centro de Gestión Industrial | Agosto /2020 |
| Gloria Esperanza Ortiz Russi | Diseñador instruccional | Centro de Diseño y Metrología. | Septiembre de 2020 |
| Natalia Andrea Bueno Pizarro | Evaluador instruccional | CENIGRAF | Septiembre de 2020 |
| Martha Isabel Martínez Vargas | Productora audiovisual | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura | Noviembre 2020 |
| Fabián Leonardo Correa Díaz | Diseñador Instruccional | Centro Agropecuario La Granja, Regional Tolima | Mayo 2021 |
| Sandra Patricia Hoyos Sepúlveda | Diseñadora Instruccional | Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica | Junio de 2021 |

1. **CONTROL DE CAMBIOS**

**(Diligenciar únicamente si realiza ajustes a la Unidad Temática)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Nombre | Cargo | Dependencia | Fecha | Razón del Cambio |
| Autor (es) |  |  |  |  |  |