**FORMATO PARA EL DESARROLLO DE COMPONENTE FORMATIVO**

|  |  |
| --- | --- |
| PROGRAMA DE FORMACIÓN | Tecnólogo en Prevención y Control Ambiental |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| COMPETENCIA | 291201001. Obtener muestras representativas según protocolos y técnicas de análisis fisicoquímico. | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | 291201001-2. Tomar muestras de agua y suelo de acuerdo con la normatividad vigente y los protocolos establecidos. |

|  |  |
| --- | --- |
| NÚMERO DEL COMPONENTE FORMATIVO | 04 |
| NOMBRE DEL COMPONENTE FORMATIVO | Toma de muestras de agua y suelo según protocolos y técnicas de análisis. |
| BREVE DESCRIPCIÓN | Este componente formativo aborda aspectos generales y claves de la caracterización del estado ambiental de una zona de estudio, en sus factores ambientales (agua, suelo, olores, ruido), como insumo del diagnóstico ambiental adecuado. Con su estudio, el aprendiz podrá afianzarse en procesos de toma de muestras, encaminadas a la obtención de información sobre las condiciones de calidad de un medio. |
| PALABRAS CLAVE | Calibración, capacitación, emisiones, equipos, instrumentos, muestreo. |

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

1. **TABLA DE CONTENIDOS:**

**Introducción**

* + - 1. **Toma de muestras**
  1. Conceptos básicos de unidades de medida
  2. Características básicas de rotulado y envasado
  3. Capacitación del personal y seguridad y salud en el trabajo
  4. Plan de muestreo y técnicas de muestreo
  5. Métodos de aforo para determinación de caudales
  6. Toma de muestras de suelo
  7. Parámetros *in situ* para agua y suelo

1. **Transporte y recepción de muestras**
   1. Acondicionamiento, transporte y recepción de muestras de agua
   2. Transporte y recepción de muestras de suelo
   3. Cadena de custodia
2. **INTRODUCCIÓN**

Aquí comienza el estudio del componente formativo “**Toma de muestras de agua y suelo según protocolos y técnicas de análisis**”. Se le invita a visualizar con atención el video que se muestra a continuación, como primer paso en este recorrido. ¡**Adelante**!

CF04\_0\_Video\_Introduccion

1. **DESARROLLO DE CONTENIDOS:** 
   * + 1. **Toma de muestras**

El objetivo del muestreo es obtener una parte representativa del material bajo estudio (cuerpo de agua, efluente industrial, agua residual, suelos, emisiones, etc.) para la cual se analizarán las variables fisicoquímicas y microbiológicas de interés, para esto se requiere que el estudiante identifique la importancia de elaborar el plan de muestreo y protocolos de muestreo específicos según factor ambiental evaluado.



En algunos casos, el objetivo del muestreo es demostrar que se cumplen las normas especificadas por la legislación ambiental como actividades de prevención y control ambiental y otros casos como medida de corrección y vigilancia cuando se ha ocasionado un impacto ambiental significativo como la contaminación ambiental en un ecosistema.



¡**Importante**!

**Toma de muestras de agua y suelo: pasos y normativa**

Aunque probablemente no sea para siempre, en la actualidad es altamente probable que las personas disfruten, o hayan disfrutado, de un entorno natural apto, con algún río, lago, mar, aguas cristalinas, con la posibilidad de respirar sin exponer la vida, la salud o la integridad.



De otra parte y, tal vez, con menor frecuencia, los seres humanos habitan, ocupan o transitan lugares de aguas terrosas con imposibilidad de ver a través de ellas, y donde los olores son no solo insoportables, sino que generan afectación a la seguridad y al bienestar biológico, por los altos y medios niveles de contaminación.



En relación con los pasos y normativa para los procesos de muestreo, tenga presente:

CF04\_1\_Tarjetas\_PasosYNormativaMuestreo

* 1. **Conceptos básicos de unidades de medida**

Un sistema de unidades especifica las unidades de las cantidades fundamentales de longitud, masa, tiempo y fuerza. El sistema internacional de unidades es la referencia estándar para unidades de medida a nivel mundial; este cuenta con siete unidades bases para las magnitudes fundamentales como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Unidades bases para magnitudes*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Magnitud | Unidad | Símbolo |
| Longitud | Metro | m |
| Masa | Kilogramo | kg |
| Tiempo | Segundo | s |
| corriente eléctrica | Ampere | A |
| temperatura termodinámica | Kelvin | K |
| intensidad luminosa | Candela | Cd |
| cantidad de sustancia | Mol | Mol |

Los prefijos del sistema internacional de unidades, son representados por símbolos que se anteponen a la unidad, y representan un factor por el que debe ser multiplicada la cantidad.

En la siguiente tabla se presentan algunos de los prefijos más usados:

**Tabla 2**

*Prefijos más usados en campo de estudio de muestras*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Prefijo | Símbolo | Factor | Equivalente |
| Giga | G | 109 | 1 000 000 000 |
| Mega | M | 106 | 1 000 000 |
| Kilo | K | 103 | 1 000 |
| Mili | M | 10−3 | 0.001 |
| Micro | µ | 10−6 | 0.000 001 |
| Nano | N | 10−9 | 0.000 000 001 |

Los prefijos se emplean para facilitar la expresión de cantidades.

Ejemplo 1:

Ejemplo 2:

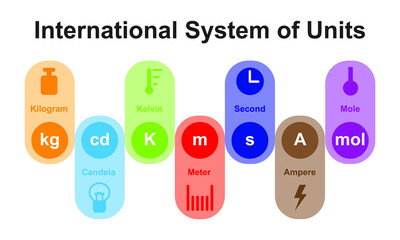
**Uso de otras unidades**

Existen otras unidades que se usan con bastante frecuencia y que, aun sin hacer parte del Sistema Internacional de Unidades, es posible emplearlas en conjunto. entre estas se encuentran:

* El minuto (m): 1 m = 60 s
* La hora (h): 1h = 3600 s
* El día (d): 1 d = 24 h = 86400 s
* El litro (L,l): 1 L = 1 dm3 = 10-3 m3
* La tonelada (t): 1 t = 103 kg

**Unidades consistentes**

El desarrollo de los protocolos y procedimientos en este y en diferentes campos de estudio, involucra el uso de ecuaciones, cuyos elementos y resultados deben ser expresados empleando las unidades correctas. Por lo que, si las unidades en la ecuación no son consistentes, las respuestas serán erróneas



Por lo anterior, para realizar procedimientos de cancelación de unidades, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Despejar de la ecuación el término que se desea.
2. Definir las unidades que se requieren para el resultado.
3. Sustituir en la ecuación los valores con sus respectivas unidades
4. Cancelar las unidades de los términos que parezcan en el numerador y el denominador
5. Utilizar los factores de conversión para eliminar las unidades no deseadas, y obtener las que se definieron previamente en el paso dos
6. Realizar el cálculo

Amplie su conocimiento sobre las unidades de medida, analizando en detalle el siguiente ejemplo:

CF04\_1-1\_Pasos\_UnidadesDeMedida

* 1. **Características básicas de rotulado y envasado**

La información sobre las operaciones de muestreo es una parte fundamental para asegurar la calidad del programa de muestreo y base fundamental en la cadena de custodia de las muestras, ya que esto genera confianza en los resultados de los análisis aplicados a las muestras. Por tal razón la información consignada en los rótulos de los recipientes y en los registros de toma de muestras debe ser legible, veraz y trazable.



Los rótulos de las muestras pueden:

CF04\_1-2\_PestañasVerticales\_RotulosDeLasMuestras



¡**Muy importante**!

¡**Atención**!

**Envasado del muestreo**

Según los análisis que vayan a realizarse se definirá el tipo de envase a utilizar. El mismo estará en función de la cantidad de muestra a tomar y de la necesidad de dejar (en análisis microbiológicos) o no (en la mayoría de los análisis) una cámara de aire o un espacio para mezclas o para el agregado de algún reactivo que permita la conservación de la muestra. Este aspecto debe ser tenido en cuenta tanto al planificar el muestreo como al realizar la toma de la muestra.



**Envases para muestreo de agua**

Las muestras de agua pueden ser tomadas para análisis fisicoquímico o también para análisis microbiológico. En cada caso, hay unos criterios de envasado que deben seguirse:

**Tabla 3**

*Envases para muestreo de agua*

|  |  |
| --- | --- |
| **Para análisis fisicoquímico** | **Para análisis microbiológico** |
| * + - 1. Se utilizarán envases de plástico o vidrio, con buen cierre, nuevos. Si se pensara en reutilizar un envase, deben desestimarse envases de gaseosas u otras bebidas, o que hayan contenido agua contaminada, soluciones concentradas, etc., únicamente podrían reutilizarse envases de agua mineral. | 1. Se utilizarán envases con capacidad de 250 – 300 ml, de plástico o vidrio, esterilizados, con tapa hermética y en lo posible de boca ancha (frascos). |
| * + - 1. En ambos casos debe asegurarse que el envase se encuentre LIMPIO, pero debe prestarse especial atención a no lavarlo con detergentes, hipoclorito de sodio (lavandina) u otros reactivos: el envase sólo puede ser enjuagado con agua. De todas maneras, se trate de un envase nuevo o reutilizado, previo a la toma de la muestra, deberá enjuagarse por lo menos tres veces con el agua a muestrear. | 1. También pueden utilizarse bolsas especiales de polietileno estériles (fabricadas a tal fin), considerando que este tipo de envase es muy cómodo para la recolección y cerrado. |
| * + - 1. La cantidad de muestra necesaria para un análisis físico-químico es de aproximadamente 1000 ml. Si fuera necesario muestrear para algún análisis que requiriera del agregado de un reactivo específico para la conservación de la muestra, deberá preverse la toma en envases adicionales de menor capacidad. | 1. Es muy importante tener presente al seleccionar los envases, que este tipo de muestras debe mantenerse refrigerada hasta su llegada al laboratorio y procesamiento. |

**Envases para muestreo de suelo**

Una vez son tomadas las muestras de suelo, éstas son rotuladas y almacenadas en recipientes plásticos y de vidrio. Para toma de muestras de suelo no contaminadas se pueden usar recipientes de polietileno (como cubetas, botellas de boca ancha, talegas fuertes) porque son inertes baratos y cómodos.



Para toma de muestras de suelo con sospecha que están contaminados es esencial asegurarse de que el material del recipiente de la muestra sea tal que la muestra permanezca siendo representativa. Para este tipo no se recomienda recipientes de plástico en caso de que exista contaminación orgánica como pesticidas, o talegas de polietileno no son adecuadas para suelos contaminados.



**Nota**

Del mismo modo que con las muestras de agua, las muestras de suelo tendrán un análisis fisicoquímico o microbiológico. En cada caso, hay unos criterios de envasado que deben seguirse:

CF04\_1-2\_Tarjetas\_EnvasesParaMuestrasDeSuelo

En la tabla que se muestra a continuación, identifique los recipientes, parámetros y tiempos de conservación apropiados para las muestras de suelo:

**Tabla 4**

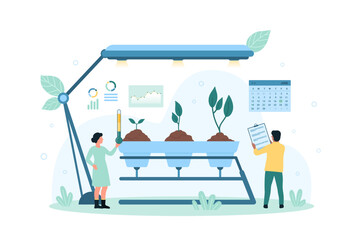
*Parámetros, recipientes y tiempo de conservación de muestras de suelo*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Parámetro** | **Recipiente** | | **Tiempo de Conservación** |
| PH | P, G | | 14 días |
| Conductividad | P, G | | 14 días |
| Relación de adsorción de sodio | P, G | | 14 días |
| Antimonio | P,G | | 6 meses |
| Arsénico | P, G | | 6 meses |
| Bario | P, G | | 6 meses |
| Berilio | P, G | | 6 meses |
| Boro (soluble en agua caliente) | P,G | | 6 meses |
| Cadmio | P, G | | 6 meses |
| Cromo (+6) | P,G | | 48 horas |
| Cromo (total) | P,G | | 48 horas |
| Cobalto | P, G | | 6 meses |
| Cobre | P, G | | 6 meses |
| Cianuro (libre) | P, G | | 6 meses |
| Cianuro (total) | P, G | | 6 meses |
| Fluoruro (total) | P, G | | 6 meses |
| Plomo | P, G | | 6 meses |
| Mercurio | P,G | | 28 días |
| Molibdeno | P, G | | 6 meses |
| Níquel | P, G | | 6 meses |
| Selenio | P, G | | 6 meses |
| Plata | | P, G | 6 meses | |
| Azufre (elemental) | | P, G | 6 meses | |
| Talio | | P, G | 6 meses | |
| Estaño | | P, G | 6 meses | |
| Vanadio | | P, G | 6 meses | |
| Zinc | | P, G | 6 meses | |
| Benceno | | G, T | 7 días | |
| Clorobenceno | | G, T | 7 días | |
| 1,2-diclorobenceno | | G, T | 7 días | |
| 1,3-diclorobenceno | | G, T | 7 días | |
| 1,4-diclorobenceno | | G, T | 7 días | |
| Benceno Etilado | | G, T | 7 días | |
| Estireno | | G, T | 7 días | |
| Tolueno | | G, T | 7 días | |
| Xileno | | G, T | 7 días | |
| Fenoles no Clorinados | | G, T | 7 días | |
| Clorofenoles | | G, T | 7 días | |
| Benzo(a)antraceno | | G, T | 7 días | |
| Benzo(a)pireno | | G, T | 7 días | |
| Benzo(b)fluoranteno | | G, T | 7 días | |
| Benzo(k)fluoranteno | | G, T | 7 días | |
| Dibenz(a,b)antraceno | | G, T | 7 días | |
| Indeno(1,2,3-c,d)pireno | | G, T | 7 días | |
| Naftaleno | | G, T | 7 días | |
| Fenantreno | | G, T | 7 días | |
| Pireno | | G, T | 7 días | |
| Alifáticos Clorinados | | G, T | 7 días | |
| Clorobencenos (tri, tetra y  penta) | | G, T | 7 días | |
| Hexaclorobenceno | | G, T | 7 días | |
| Hexaclorocicloexano | | G, T | 7 días | |
| PCBs | | G, T | 7 días | |
| PCDDs y PCDFs | | G, T | 7 días | |
| Alifáticos No Clorinados | | G, T | 7 días | |
| Ésteres del Ácido Ftálico | | G, T | 7 días | |
| Quinoleína | G, T | 7 días | |
| Tiofeno | G, T | 7 días | |

Tomado de: Guía para muestreo de análisis de suelos (2000).

* 1. **Capacitación del personal y seguridad y salud en el trabajo**

Uno de los ejes estratégicos para realizar un proceso de toma y tratamiento de muestras acorde a la normatividad es el recurso humano que realizará esa función, el cual debe contar con las habilidades y competencias necesarias; estas mismas son definidas dentro de un instrumento de planeación denominado plan de capacitación**.**



**Formación y evaluación**

La capacitación del personal de toma de muestras es tan importante que cuenta con un marco normativo que lo exige, como son: las resoluciones 1073 de 2003 y 1570 de 2004 del MAVDT, en donde se estipula que este personal debe ser formado, evaluado y certificado, como mínimo, en las Normas de Competencia Laboral código 280201034 “*Realizar los procedimientos de muestreo del agua de acuerdo con los protocolos de la entidad*”; código 280201001 “*Asegurar las condiciones de salud y seguridad en el puesto de trabajo*” y código 280201002 “*Generar información para apoyar la toma de decisiones empresariales*”.

La capacitación del **personal de toma de muestras en suelos** también requiere capacitación en el tema de muestreo en suelos, aunque no existe, todavía, una norma de competencia laboral que obligue.

Para cualquiera de los dos personales de toma de muestra sea en agua o suelo, es importante que toda organización defina un plan de capacitación, en temas como:

* Elementos personales de protección para la toma y procesamiento de muestras
* Equipos e instrumentos de laboratorio
* Riesgos y amenazas en campo y en laboratorio
* tipos, técnicas y métodos de muestreo
* Normatividad aplicable, entre otros.



**Nota**

**Sobre la seguridad y salud en el trabajo de muestreo**

De acuerdo a la Sociedad americana de química (2003), en su publicación seguridad en los laboratorios químicos académicos, prevenir accidentes de cualquier tipo en un laboratorio, es responsabilidad de todos los que usan este espacio de trabajo, por lo cual es necesario tener siempre una actitud cooperativa activa.



Los accidentes que se pueden dar cuando se trabaja con insumos químicos bien sea dentro de un laboratorio o en pruebas de campo, suelen ser asociadas a:

* Actividades de indiferencia.
* No utilizar el sentido común.
* No seguir instrucciones y cometer errores.

Cuando se menciona tomar un “Rol activo” se está haciendo referencia a seguir, siempre, recomendaciones como:

* Seguir las reglas de seguridad
* No jugar bromas mientras realiza actividades de toma de muestras o de laboratorio.
* Familiarizarse con los equipos de seguridad.
* Siempre indagar antes sobre los peligrosos si va a manejar sustancias químicas.

Para realizar la **actividad de toma de muestras** se debe garantizar que las personas cuenten con unos implementos de seguridad mínimos, como:

CF04\_1-3\_Slider\_ImplementosDeSeguridadMinimos

**Peligros químicos**

Las sustancias químicas pueden causar daño si no son manipuladas de forma adecuada y según protocolos, lo más importante por resaltar es que estas sustancias tienen diferentes características (tóxicas, inflamables, corrosivas y reactivas) y debe reconocerlas y saber cómo reaccionar en caso de accidentes.



¡**Atención**!

* 1. **Plan de muestreo y técnicas de muestreo**

El plan de muestreo es un instrumento de planeación en el cual se deja todo consolidado sobre el muestreo a realizar. En general se recomienda que el plan de muestreo especifique como mínimo los siguientes ítems:

* El objetivo
* El sitio de toma de muestra
* El método y técnica a usar
* Los parámetros a medir
* Los instrumentos y equipos requeridos
* El personal y las competencias que debe manejar
* Los elementos de seguridad y salud en el trabajo.
* Los formatos requeridos para el registro de información

Antes de iniciar el muestreo, es elemental tener claramente definido la forma como serán tomadas las muestras para poder realizar un trabajo de campo. Dentro de los tipos de muestras se pueden encontrar: muestras sencillas, compuestas, periódicas, continuas y de serie.

A continuación, profundice en las generalidades y particularidades de los tipos de muestras:

CF04\_1-4\_LineaDeTiempo\_TiposDeMuestras

El proceso de toma, preservación y transporte de muestras, supone el establecimiento previo de las técnicas de muestreo que se deberán aplicar para obtener resultados satisfactorios.

Dentro de las principales **técnicas de muestreo,** se pueden mencionar y explicar las siguientes:

CF04\_1-4\_Acordeon\_PrincipalesTecnicasDeMuestreo

**Procedimiento para el muestreo de agua**

El procedimiento para el muestreo de agua integra varios elementos y pasos, entre los que se destacan la identificación del sito de la toma de muestra y la información requerida. La identificación del sitio debe hacerse de manera unívoca. Si se dispone de GPS posicionar satelitalmente la ubicación, de lo contrario especificar el lugar de la manera más concreta posible.



En cuanto a la información requerida, en el momento del muestreo es necesario recabar, como mínimo:

• Identificación unívoca de la muestra.

• Identificación del sitio de muestreo (georreferenciación).

• Tipo de fuente y características de la misma (cercanía a pozos negros o industrias, profundidad del nivel estático y total, si fuera pozo o perforación, existencia de pozos abandonados, etc.).

• Destino (consumo humano, animal, riego, etc.).

• Información acerca del Establecimiento donde se ha muestreado (ubicación, propietario, vías de contacto, etc.).

• Condiciones de muestreo (fecha y hora, nombre de quien realizó el muestreo).

• Tipo de análisis a efectuar.

• Reactivo empleado para su preservación, en caso de ser utilizado.

• Cualquier otra observación que se considere de importancia.

**Precauciones para la toma de la muestra en función de su origen**

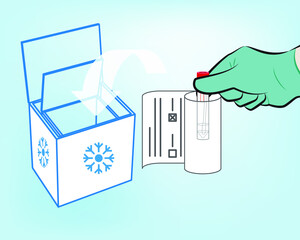
Las muestras de agua pueden provenir de fuentes superficiales (ríos, arroyos, canales, represas, lagos) o subterráneas (pozos) y este aspecto definirá las condiciones de muestreo.

En función de la fuente que se vaya a muestrear, y para asegurar que la muestra sea lo más representativa posible del total, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

CF04\_1-4\_Slider\_PrecaucionesTomaMuestraSegunOrigen

**Acondicionado y preservación de las muestras en el almacenamiento temporal**

El acondicionamiento de las muestras dependerá del objetivo del muestreo. En general, para análisis físico-químico puede ser necesario acondicionarlas con conservadores de frío, ya que algunas especies químicas (nitratos, sulfatos) pueden sufrir transformaciones por acción microbiana. También deben mantenerse al resguardo de la luz, procurando enviarlas lo más rápido posible al laboratorio.



En el caso de análisis microbiológico es indispensable que la muestra se mantenga refrigerada hasta su arribo al laboratorio, ya que tanto las temperaturas mayores a 6ºC como la luz provocan la multiplicación de los microorganismos e invalidan la muestra dado que los resultados no reflejarán la realidad.



¡**Atención**!

¡**Importante**!

* 1. **Métodos de aforo para determinación de caudales**

El aforo de caudal es la cantidad de un fluido que atraviesa una sección en un determinado tiempo. Es conocido como la tasa de flujo. En particular, flujo volumétrico (Q) es el volumen de un fluido que circula en una sección por unidad de tiempo, y sus unidades son el m3/s.

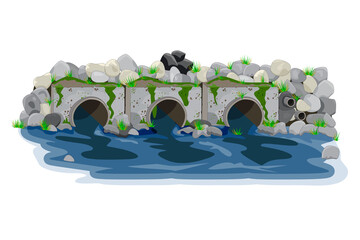
Para la medición del caudal es posible aplicar diferentes métodos que pueden ser seleccionados en función de las características del flujo, tecnología disponible, y exactitud de los datos requerida.

Para la medición del caudal en una corriente se han desarrollado diversos métodos de aforo que se aplican según el tamaño del cauce, la magnitud del caudal, las características hidráulicas del flujo, la necesidad de contar con datos inmediatos o a corto plazo y, en general, las dificultades para realizar el aforo, entre otros. Entre **los métodos** más usados se encuentran:

* Método Área-Velocidad.
* Método Volumétrico.
* Método con Trazadores (dilución).
* Estructuras Aforadas.

**Métodos área velocidad**

Dado que el caudal es función del área de la sección ocupada por el agua y la velocidad media del flujo, este procedimiento se basa en la determinación de estas variables. Este sistema de aforo es el de mayor uso y requiere que el flujo tenga un comportamiento laminar y que las líneas de flujo sean normales a la sección transversal de aforo.



El caudal en una corriente de agua es función del área de la sección de aforos y de la velocidad media del flujo y se obtiene mediante el producto de estas dos variables:

Si la geometría del perfil de la sección de aforos no se modifica, la velocidad mantiene su comportamiento horizontal y en profundidad, por el contrario, si la geometría cambia se altera la relación nivel - área, en consecuencia, la velocidad cambia su comportamiento.

El método de área-velocidad se realiza con diferentes **métodos de aforo**, así:

* Molinete Hidrométrico (vadeo, suspensión, angular, bote cautivo, lancha en movimiento).
* Aforo con Flotadores.
* Aforo ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*).

En relación con Métodos, Área y Velocidad, tenga en cuenta los siguientes aspectos:

CF04\_1-5\_Acordeon\_MetodosAreaVelocidad

**Método Volumétrico**

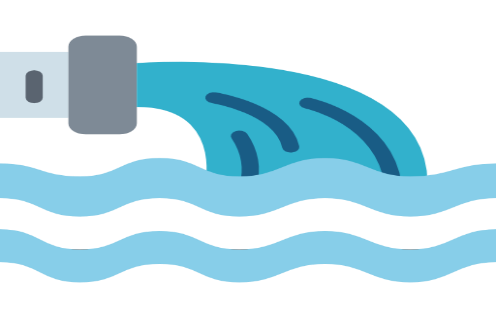
Cuando se trate de medir caudales pequeños en condiciones que no permitan el uso del molinete, o no se cuente con este equipo, se utiliza el aforo volumétrico, que consiste sencillamente en recolectar en un recipiente previamente calibrado, un volumen de agua conocido y tomar con precisión el tiempo de recolección, preferiblemente con cronómetro.



Se recomienda utilizarlo en corrientes pequeñas, en las cuales se pueda colectar en un recipiente calibrado el 100% del flujo a medir. La calibración del recipiente y el tiempo de recolección deben ser muy precisos. Se puede recurrir a recipientes de uso común como un balde o caneca que tenga registros de volumen; en otros casos el aforo se realiza en tanques de mayor tamaño que tengan dimensiones precisas, de tal manera que mediante la medición de un diferencial de nivel se determina un incremento de volumen y tomando el tiempo de incremento de volumen se puede calcular directamente el caudal que lleva la corriente o el canal.

**Método con Trazadores (dilución)**

La medición del caudal mediante este método está basada en la determinación del grado de dilución en el agua de la corriente de una solución del trazador vertida en ella.



Este método se recomienda utilizar para secciones de aforo donde se encuentren:

* Grandes turbulencias y remolinos
* Régimen torrencial
* Altas pendientes
* Poca profundidad
* Lechos inestables
* Líneas de flujo desordenadas

Sobre los aforos con trazadores, también llamados aforos químicos, tenga presente:

CF04\_1-5\_Tarjetas\_AforosConTrazadoresGeneralidades

**Estructuras Aforadas**

Son estructuras que han sido estudiadas y calibradas en diferentes condiciones experimentales. Para cada una de ellas es posible obtener una ecuación de descarga (relación Nivel-Caudal) que permite determinar el caudal instantáneo en función de la altura de la lámina de agua con respecto a un punto de la estructura, que se mide con ayuda de una mira o un instrumento registrador.



A continuación, se presentan las estructuras más utilizadas:

**Tabla 5**

*Estructuras aforadas de mayor uso*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Vertederos** | Son dispositivos hidráulicos fijos o removibles que consisten en una escotadura a través de la cual se hace circular el flujo que se quiere medir en el canal o corriente natural. La precisión del aforo depende de la velocidad de llegada a la estructura, por lo tanto, es importante remansar el agua ampliando la sección del canal arriba del sitio para obtener velocidades mínimas (< 0,15 m/s). | Vertederos | facultad-ingenieria |
| **Canaletas** | Son estructuras de gran aplicación en terrenos planos ya que funcionan a flujo libre con pérdidas de carga pequeñas. Las canaletas más utilizadas son: tipo Balloffet (tiene paredes paralelas y fondo plano), medidor sin cuello o cutthroat (consiste en una sección de entra, una de salida, una garganta y un fondo aforador y, finalmente, canaleta Parshall (conformada por una sección convergente de contracción que se localiza en su extremo aguas arriba, una garganta y una sección divergente aguas abajo). | CANAL PARSHALL |

* 1. **Toma de muestras de suelo**

El plan de muestreo para toma de muestras de suelo implica contar, entre otros requisitos, con localización y nombre del sitio de muestreo con coordenadas, detalles del punto de muestreo, incluyendo coordenadas y plano, fecha de recolección, tipo y método de muestreo, tiempo de recolección, nombre de la persona que recolectó las muestras, condiciones climáticas, tipo de contaminación del suelo y origen de la contaminación, uso del suelo y características del suelo y topografía.



Adicionalmente, se requiere la identificación de:

* El límite superior e inferior del horizonte del cual se tomó la muestra en m o mm.
* El límite superior e inferior de la profundidad del muestreo dentro de un horizonte.
* Si es por muestra sencilla o muestra compuesta.
* Si la muestra se obtuvo en dirección horizontal o vertical en relación con la posición del horizonte.
* Las herramientas usadas.
* Número de muestras.

Y los tipos de muestras de suelo son:

CF04\_1-6\_Tarjetas\_TiposDeMuestrasDeSuelos



**Nota**

Existen dos técnicas de muestreo: para toma de muestras de suelo perturbadas y para toma de muestras de suelo no perturbadas.

**Tabla6**

*Toma de muestras de suelo perturbadas*

|  |  |
| --- | --- |
| **Muestras de suelo perturbadas** | |
| **Para capas superiores** | * Barreno manual. * Azadón o similar. * Marco de corte (para muestreo de materia orgánica como, por ejemplo: *mull, moder, turba*). |
| **Para capas profundas** | * Herramientas de perforación. * Sondas estáticas y dinámicas. * Herramientas para la toma de muestra en forma de anillos de suelos (para aplicación en calicatas). |

Así mismo, las técnicas de muestreo para toma de muestras de suelo no perturbadas, se detallan así:

**Tabla 7**

*Toma de muestras de suelo no perturbadas*

|  |  |
| --- | --- |
| **Muestras de suelo no perturbadas** | |
| **Para capas superiores** | * Cilindros de corte de diferente tamaño, marco de corte. * Barrenos manuales especiales (barreno tubo para muestreo). * Tapa protectora, anillo de soporte hidráulico o manual. |
| **Para capas profundas** | * Máquinas de perforación con tubos de muestra. |



¡**Atención**!

Amplie sus conocimientos y conceptos sobre Tomas de muestras de suelo, estudiando a profundidad el contenido del **Anexo\_1\_TomaDeMuestrasDeSuelo**.

* 1. **Parámetros *in situ* para agua y suelo**

Las aguas contaminadas presentan compuestos diversos en función de su procedencia: pesticidas, tensoactivos, fenoles, aceites y grasas, metales pesados, etc.

Los parámetros de control se pueden agrupar de la siguiente manera:

**Tabla 8**

*Parámetros de control in situ para agua*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Parámetros físicos** | **Parámetros químicos** | **Parámetros biológicos** |
| Características organolépticas: color, olor, sabor  Elementos flotantes  Temperatura  Sólidos  Conductividad  Radioactividad | pH  Materia Orgánica (Carbono orgánico total COT)  Nitrógeno y compuestos derivados (amoniaco, nitratos, nitritos, etc.).  Fósforo y compuestos derivados (fosfatos).  Aceites y grasas  Hidrocarburos  Detergentes  Cloro y cloruros  Fluoruros  Sulfatos y sulfuros  Fenoles  Cianuros  Haloformos  Metales  Pesticidas  Gases disueltos  Oxígeno  Nitrógeno  Dióxido de carbono  Metano  Ácido sulfhídrico | Coliformes totales y fecales  Estreptococos fecales  Salmonellas  Enterovirus  Parámetros f |

Profundice en los aspectos generales y claves de los parámetros *in situ* para agua, estudiando el **Anexo\_2\_ParametrosDeControlAgua**.

Profundice en los aspectos generales y claves de los parámetros in situ para suelo, estudiando el **Anexo\_3\_ParametrosDeControlSuelo**.

1. **Transporte y recepción de muestras**

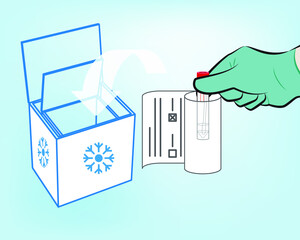
El proceso de muestreo y análisis de muestra tiene, dentro de muchas implicaciones el de conservar, transportar y recibir las muestras. En dicho procedimiento, siempre que sea necesario movilizarla a la zona de laboratorio o de almacenamiento se recomienda actuar bajo los criterios y protocolos establecidos y las normas.



Siempre es conveniente transportarlas en los tiempos establecidos, previendo los posibles contratiempos y vicisitudes, es decir, mitigando al máximo las posibilidades de afectar o desvirtuar la calidad e integridad de las mismas.

* 1. **Acondicionamiento, transporte y recepción de muestras de agua**

El acondicionamiento de las muestras dependerá del objetivo del muestreo. En general, para análisis físico-químico puede ser necesario acondicionarlas con conservadores de frío, ya que algunas especies químicas (nitratos, sulfatos) pueden sufrir transformaciones por acción microbiana. También deben mantenerse al resguardo de la luz, procurando enviarlas lo más rápido posible al laboratorio.



En el caso de análisis microbiológico es indispensable que la muestra se mantenga refrigerada hasta su arribo al laboratorio, ya que tanto las temperaturas mayores a 6ºC como la luz provocan la multiplicación de los microorganismos e invalidan la muestra dado que los resultados no reflejarán la realidad.



¡**Importante**!

Para la **recepción y transporte de muestras no refrigeradas**, téngase en cuenta aspectos como:

* Entregar lo más pronto posible las muestras con sus actas al laboratorio, recordando que para muestras de agua potable no deben transcurrir más de seis (6) horas entre el momento de la recolección y su llegada al laboratorio.
* El acta de toma de muestra de datos no debe estar con los recipientes sino en la parte exterior del embalaje, para evitar que se deteriore. -Los recipientes que contengan las muestras se deben proteger y sellar de tal forma que no se deterioren, ni su contenido sufra ninguna pérdida durante el transporte.
* El empaque debe proteger los recipientes de una posible contaminación externa y en sí mismo no debe ser fuente de contaminación.
* Para el caso de muestras enviadas por correo, se deberá asegurar la conservación e integridad de éstas, hasta su llegada al laboratorio.

En el caso de recepción y transporte de muestras refrigeradas, las siguientes son los recaudos que se deben considerar:

CF04\_2-1\_LineaDeTiempo\_RecepcionTransporteMuestrasRefrigeradas

**Entrega de la muestra y recepción en laboratorio**

El laboratorio donde se practican los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras para la vigilancia generalmente cuenta con instalaciones y equipos propios de la Autoridad Sanitaria y son operados por especialistas en técnicas de análisis de agua.



Los laboratorios donde se practican los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras para el control, cuentan con instalaciones, equipos y personal propios de la Persona Prestadora o sonlaboratorios particulares autorizados por el Ministerio de la Protección Social, según Resolución expedida por el Ministerio de la Protección Social, porque cumplen con los requisitos mínimos previstos en el artículo 27 del Decreto 1575 de 2007.



**Personal de laboratorio**

Las muestras deben registrarse en cuanto lleguen al laboratorio. El procedimiento de entrada y registro de la muestra es importante para los propósitos de la cadena de custodia.

La siguiente información debe requerirse en el procedimiento de entrada y registro:

a. Número de código de la muestra.

b. Nombre de la Persona Prestadora, para el caso de los laboratorios de vigilancia o los laboratorios particulares que atienden varios clientes.

c. Nombre del (o los) tomadores de muestras.

d. Número del método de muestreo.

e. Localización de almacenamiento de la muestra.

* 1. **Transporte y recepción de muestras de suelo**

Las muestras deben protegerse de la desecación, la excesiva humedad, la exposición a rayos solares y calor excesivo. De acuerdo a lo anterior, el suelo para análisis deberá conservarse durante el transportarse en nevera de icopor, asegurando su calidad.



La nevera o cava de icopor debe acondicionarse de la siguiente manera:

1. En el fondo de la cava de icopor, introducir gel refrigerante o hielo en bolsas plásticas.
2. Colocar encima de las bolsas de hielo una rejilla metálica o plástica, que las separe de las muestras.
3. Evitar utilizar materiales como madera o cartón para realizar el aislamiento de la muestra con el gel o el hielo, debido a que se estos materiales se humedecen, ocasionando crecimiento de microorganismos contaminantes.
4. Introducir las muestras, colocándolas encima de la rejilla, malla metálica o plástica.
5. Mantener la temperatura de conservación en un rango de 4°C a 8°C.
6. Sellar la nevera de icopor con cinta adhesiva cuando el envió se realiza inmediatamente, de lo contrario refrigerar y rotular.

Profundice en los aspectos clave del proceso de conservación y transporte de muestras de suelos, explorando el contenido del **Anexo\_4\_ConservaciónYTransporteMuestrasSuelos**.

**Entrega a laboratorio - recepción de muestras**

Las muestras deben registrarse en cuanto lleguen al laboratorio. El procedimiento de entrada y registro de la muestra es importante para los propósitos de la cadena de custodia.



La siguiente información debe requerirse en el procedimiento de entrada y registro:

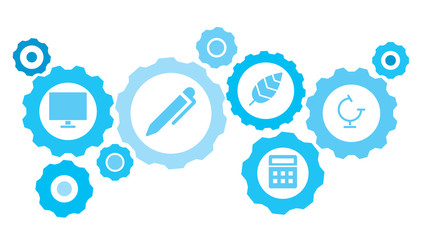
* Número de código de la muestra.
* Nombre de la Persona Prestadora, para el caso de los laboratorios de vigilancia o los laboratorios particulares que atienden varios clientes.
* Nombre del (o los) tomadores de muestras.
* Número del método de muestreo.
* Localización de almacenamiento de la muestra.

Preste atención a otros aspectos clave que, sobre transporte y recepción de muestras de suelo, se mencionan a continuación:

CF04\_2-2\_Slider\_TransporteYRecepcionMuestrasSuelo

* 1. **Cadena de custodia**

En la última fase de la recolección de muestras, se requiere supervisión y control constante; su importancia radica en organizar las actividades de transporte, preservación, almacenamiento y recepción de las muestras de tal forma que estas no sean alteradas, modificadas o que generen un riesgo que se materialice en resultados no verídicos al procesar las muestras.



La cadena de custodia es el procedimiento que se da cuando una muestra está bajo custodia (posesión o control físico) de alguien, de modo que se debe evitar la manipulación indebida o alteración de sus características desde la toma de la muestra hasta que se desecha.

A manera general se podría definir que la cadena de custodia involucra acciones y actividades como:

* La toma de la muestra.
* El uso del recipiente para la misma.
* El almacenamiento temporal.
* El transporte al laboratorio.
* Almacenamiento en el laboratorio.
* El desarrollo de los análisis.
* El desecho de la muestra.



**Objetivo de la cadena de custodia**

**Fase de toma de muestras**

Para la toma y recolección de muestras en campo, se recomienda que se asigne a una sola persona la custodia de la muestra; esto con el fin de que la misma sea manipulada por la menor cantidad de individuos posible. A esta persona se le reconocerá como el **muestreador de campo**, él o ella se responsabilizará de la toma hasta la transferencia adecuada al lugar de análisis.



En lo que respecta a la documentación de custodia en campo, se deben diseñar los formatos que se requieran para la actividad de campo de recolección de muestras, pueden ser diseñados por muestra o para múltiples muestras.

Dentro de la documentación necesaria y pertinente, se encuentra:

CF04\_2-3\_PestañasVerticales\_DocumentacionCadenaCustodia

Las muestras deben ser entregadas lo más pronto posible al laboratorio. El registro de campo o acta de toma de muestras debe mantenerse intacto durante todo el procedimiento.

La fase de almacenamiento y transporte, es fundamental en un proceso de análisis de muestras, ya que, si no se realiza según las medidas técnicas reglamentarias, la muestra podría sufrir alteraciones y no reflejar resultados verídicos.

Para las muestras no refrigeradas, se deben considerar, aspectos como los que se enuncian enseguida:

CF04\_2-3\_Acordeon\_ConsideracionesMuestrasNoRefrigeradas

**Muestras con preservantes**

Algunas muestras, dependiendo de su objetivo de análisis, van a requerir preservación con productos químicos. Estos se adicionan con el objeto de detener o retardar las reacciones bioquímicas que se llevan a cabo en las muestras hasta el momento de efectuar su análisis; entre los preservadores químicos más utilizados están: el ácido clorhídrico (HCl), el sulfúrico (H2SO4), nítrico (HNO3) y el tiosulfato de sodio (Na2S2O3).

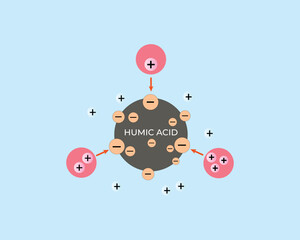


Sobre las muestras con preservantes químicos, tenga presente:

* Para las muestras de suelo es raro que se usen preservantes casi no se usa.
* Es esencial que los preservantes utilizados no alteren la muestra para los ensayos requeridos.
* Se recomienda revisar la literatura y norma referente al uso de algunos compuestos químicos que podrían generar reacciones como por ejemplo el uso de Hidróxido de sodio (NaOH) ya que puede generar calentamiento local.
* Para algunas determinaciones, en especial las de elementos traza, es esencial efectuar un ensayo en blanco.

**Reactivos**

En este apartado se enlistan algunos de los reactivos que se usan para preservar las muestras, sin embargo, es importante que cada una de esas sustancias también sean rotuladas con la vida media (fecha de caducidad), la cual no debe ser excedida, y se debe marcar la muestra a la cual se le adiciono el preservante.



Tales reactivos son:

* Sólidos: Hidróxido de sodio NaOH, Dicromato de potasio K2Cr2O7, tiosulfato de sodio (Na2S2O3) entre otros.
* Soluciones: Solución de acetato de cinc (p =1,7 g/ml) C4H6O4Zn, Ácido clorhídrico (p= 1.16 g/ml) HCL, Ácido sulfúrico (8 mol/l) H2SO4 entre otros. (p.9)

**Fase de entrega de muestras al laboratorio**

El último paso es la entrega de las muestras al laboratorio, debe tener en cuenta que usualmente los registros de cadena de custodia se mantienen en papel físico, por el tema de firmas, sin embargo, existen maneras de llevar este registro por medio de medios ofimáticos o tecnológicos con firmas virtuales.

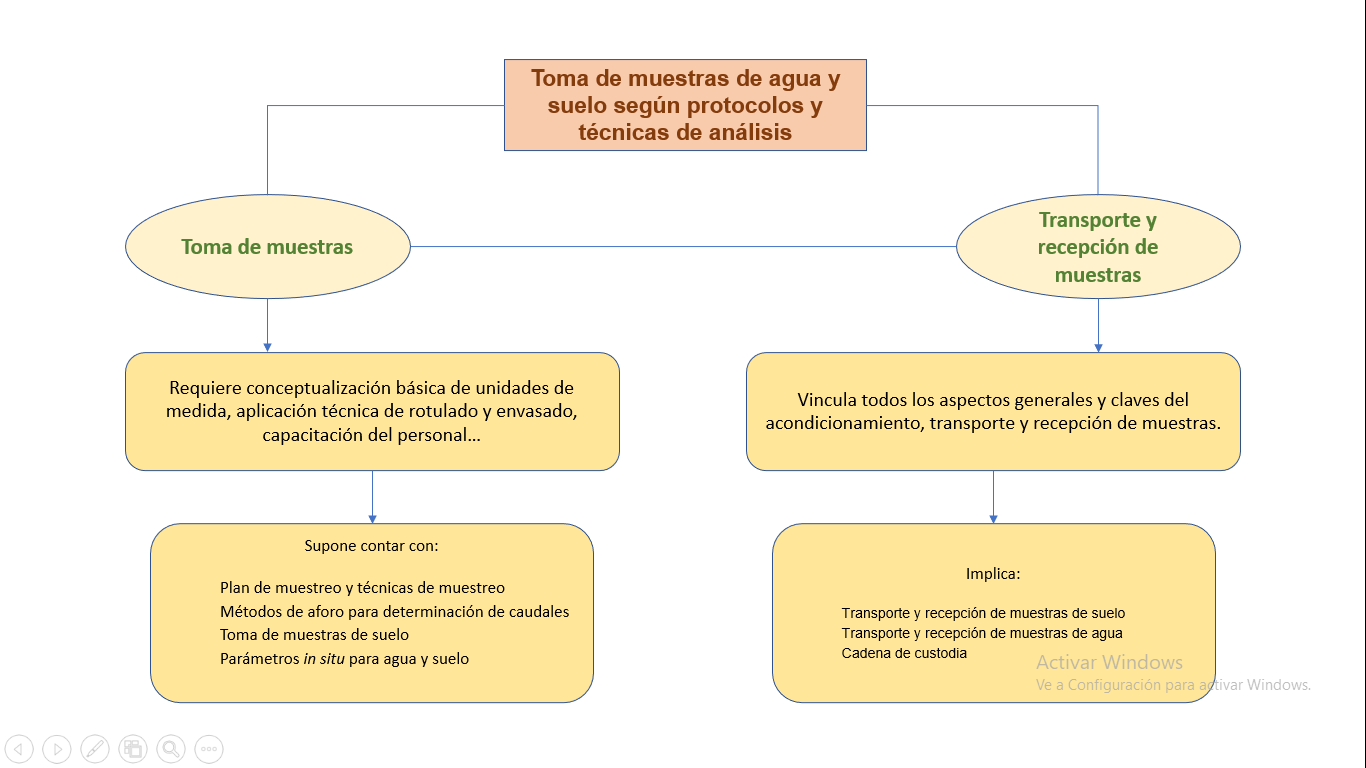


En esta última fase, se puede realizar la entrega de las muestras al laboratorio o bien procesar el ingreso de las mismas para que las mismas personas que tomaron el muestreo realicen los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, sin embargo, en ambos casos se debe garantizar la cadena de custodia realizando las siguientes acciones:

CF04\_2-3\_Slider\_EntregaMuestrasAlLaboratorio

1. **SÍNTESIS**

Ha finalizado el estudio de las temáticas de este componente formativo. En este punto, haga un análisis juicioso del esquema que se muestra a continuación, registre su propia síntesis en su libreta personal de apuntes. Se le recomienda, además, repasar los temas que considere necesarios. ¡**Adelante**!



1. **ACTIVIDADES DIDÁCTICAS (Se debe incorporar mínimo 1, máximo 2)**

|  |  |
| --- | --- |
| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD DIDÁCTICA | |
| Nombre de la Actividad | Tomando muestras de agua y suelo |
| Objetivo de la actividad | Reforzar los conceptos, habilidades y saberes para la toma de muestras de agua y suelo, con base en los temas desarrollados en el componente formativo. |
| Tipo de actividad sugerida |  |
| Archivo de la actividad  (Anexo donde se describe la actividad propuesta) | Anexos: Actividad\_Didactica\_1 |

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 |
| Conceptos básicos de unidades de medida | Daniel Carreón (2020). *UNIDADES DE MEDIDA Super fácil - Para principiantes* [Video] Youtube <https://www.youtube.com/watch?v=4e-dsOgOIrA> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=4e-dsOgOIrA> |
| Transporte y recepción de muestras | Pensamiento ambiental (2016). *Transporte y manejo de residuos peligrosos de la norma {nfpa} - pensamiento ambiental (epa)* [Video] Youtube <https://www.youtube.com/watch?v=Jkmq6PRsqgI> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=Jkmq6PRsqgI> |
| Parámetros *in situ* para agua y suelo | Litoral en acción (2019). *Toma de muestras para análisis de agua* [Video] Youtube <https://www.youtube.com/watch?v=DInTpLJycJ0> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=DInTpLJycJ0> |
| Toma de muestras de suelo | Civitutor UAQ (2018). *Procedimiento Para Exploración y Muestreo de Suelos: Muestras alteradas e Inalteradas de Suelos* [Video] Youtube <https://www.youtube.com/watch?v=zWplFBsC1tI> | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=zWplFBsC1tI> |

1. **GLOSARIO:**

|  |  |
| --- | --- |
| TÉRMINO | SIGNIFICADO |
| Aforo de caudal: | cantidad de un fluido que atraviesa una sección en un determinado de tiempo es conocido como la tasa de flujo. En particular flujo volumétrico (Q) es el volumen de un fluido que circula en una sección por unidad de tiempo, y sus unidades son el m3/s. |
| 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. |
| Característica: | término usado para identificar elementos, compuestos, sustancias y microorganismos presentes en el agua para consumo humano. |
| Cuerpos o cursos de agua: | aquellos cauces o almacenamientos de agua como: arroyos, quebradas, ríos, lagos, lagunas, pantanos, humedales y acuíferos que conforman el sistema hidrográfico de una cuenca geográfica. |
| Embalse: | los embalses constituyen lagos o lagunas artificiales creados por el hombre para almacenar agua, usualmente con el propósito de generación de electricidad, aunque también para prestar otros servicios como control de caudales, inundaciones, abastecimiento de agua y para riego. |
| Monitoreo: | proceso de muestreo del sistema de suministro de agua para consumo humano, que cubre espacio, tiempo y frecuencia en los puntos concertados. |
| Muestra: | toma puntual de agua en los puntos de muestreo concertados, que refleja la composición física, química y microbiológica representativa del momento. |
| 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. |
| Pozo: | agujero o perforación excavado o taladrado en la tierra para extraer agua subterránea. |
| Representatividad: | lapso de 10 minutos, dentro de los cuales se toma la muestra y contramuestra de agua en el dispositivo instalado en el sitio de monitoreo, concertado entre vigilancia y control. |

1. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Departamento de orientación del territorio vivienda y medio ambiente gobierno vasco (1998). *Guía Metodológica Investigación de la contaminación del suelo – Toma de muestras.* <https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/investigacion_cont_suelo/es_doc/adjuntos/01.pdf>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (1997). *Gestión ambiental. Calidad de suelo. Muestreo. Guía sobre técnicas de muestreo (*4113-2). <https://tienda.icontec.org/gp-gestion-ambiental-calidad-de-suelo-muestreo-guia-sobre-tecnicas-de-muestreo-ntc4113-2-1997.html>

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis (2003). *Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos. Aguas sedimentos y organismos.* <http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/7010manualTecnicasanaliticas..pdf>

Instituto Nacional de Vías (2012). *Conservación y transporte de muestras de suelos (*E-103). <https://www.da-lab.co/wp-content/uploads/2021/04/INV-103-13.pdf>

Resolución 2115 de 2007 [Ministerio de Protección Social y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial]. Por medio del cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Junio 22 de 2007

Servicio nacional de aprendizaje (2013). *Manual de prácticas de campo y del laboratorio de suelos.* <https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/2785/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf;jsessionid=4336C2265C7E26D38CEEC631C900D3D9?sequence=1>

1. **CONTROL DEL DOCUMENTO**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Nombre | Cargo | Dependencia  *(Para el SENA indicar Regional y Centro de Formación)* | Fecha |
| Autor (es) | Diana Carolina Triana Guarnizo | Instructor | Centro de Gestión Industrial | Junio 2020 |
| Juan Carlos Cárdenas Sánchez | Instructor | Centro de Gestión Indutrial | Junio /2020 |
| Gloria Esperanza Ortiz Russi | Diseñador Instructional | Centro de Diseño y Metrología. | Julio de 2020 |
| Natalia Andrea Bueno Pizarro | Evaluador Instruccional |  | Julio de 2020 |
| Diana Carolina Triana Guarnizo | Instructor | Centro de Gestión Industrial | Junio 2020 |
| Juan Carlos Cárdenas Sánchez | Instructor | Centro de Gestión Indutrial | Junio /2020 |
| Fabián Leonardo Correa Díaz | Diseñador Instruccional | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura | Marzo de 2023 |
| Ana Catalina Córdoba Sus | Metodologa | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura | Marzo de 2023 |
| Rafael Neftalí Lizcano Reyes |  | Centro Industrial del Diseño y la Manufactura | Marzo de 2023 |

1. **CONTROL DE CAMBIOS**

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