

Generalidades del muestreo para la calidad de agua

**Breve descripción:**

Este componente contiene los temas necesarios para que el aprendiz adquiera los conocimientos acerca de las características del agua, cómo se desarrolla un muestreo para saber las condiciones en qué se encuentra un cuerpo de agua, los equipos que se utilizan para medir su calidad y la normatividad vigente.

**Noviembre 2023**

Tabla de contenido

[Introducción 1](#_Toc150277242)

[1. Aspectos generales del agua 4](#_Toc150277243)

[1.1. Propiedades 5](#_Toc150277244)

[1.2. Niveles permisivos para consumo 8](#_Toc150277245)

[2. Muestreo de agua 12](#_Toc150277246)

[2.1. Métodos de muestreo 13](#_Toc150277247)

[2.2. Tipos de alícuotas y recipientes 15](#_Toc150277248)

[3. Muestras de agua 16](#_Toc150277249)

[3.1. Preservación y conservación 17](#_Toc150277250)

[4. Equipos de muestreo de aguas 24](#_Toc150277251)

[4.1. Ficha técnica de los equipos 26](#_Toc150277252)

[4.2. Manuales técnicos de los equipos 28](#_Toc150277253)

[4.3. Técnicas de mantenimiento 30](#_Toc150277254)

[4.4. Técnicas de calibración 32](#_Toc150277255)

[5. Productos químicos 33](#_Toc150277256)

[5.1. Método de medición 37](#_Toc150277257)

[5.2. Hoja de seguridad 39](#_Toc150277258)

[5.3. Fichas técnicas 41](#_Toc150277259)

[5.4. Almacenamiento 42](#_Toc150277260)

[6. Seguridad y salud en el trabajo 44](#_Toc150277261)

[6.1. Clases de riesgos 45](#_Toc150277262)

[6.2. Métodos de prevención 46](#_Toc150277263)

[6.3. Elementos de protección individual 47](#_Toc150277264)

[7. Normatividad ambiental 49](#_Toc150277265)

[7.1. Calidad del agua 50](#_Toc150277266)

[7.2. Vertimientos 51](#_Toc150277267)

[Síntesis 54](#_Toc150277268)

[Material complementario 56](#_Toc150277269)

[Glosario 58](#_Toc150277270)

[Referencias bibliográficas 59](#_Toc150277271)

[Créditos 61](#_Toc150277272)

Introducción

Espacio El estudio del agua como recurso constituye un reto multidisciplinario que involucra diversos campos de conocimiento. Entre ellos se encuentran la ingeniería, biología, física, química, geología, geografía, agricultura, sociología y derecho. Cada uno de estos campos desempeña un papel crucial en la gestión y el aprovechamiento sostenible del agua.

La ingeniería civil y ambiental se encarga del diseño y construcción de infraestructuras relacionadas con el agua, como sistemas de suministro de agua potable, tratamiento de aguas residuales y control de inundaciones. La biología acuática se enfoca en el estudio de los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad, así como en los impactos de la contaminación en la vida acuática. La física hidráulica analiza el comportamiento del agua en movimiento, mientras que la química del agua se dedica al análisis de su calidad y la presencia de contaminantes.

La geología, por su parte, se centra en la hidrogeología y la gestión de recursos hídricos subterráneos. La geografía de los recursos hídricos examina la distribución espacial de cuerpos de agua y la gestión de cuencas hidrográficas. En la agricultura, se busca un uso eficiente y sostenible del agua para el riego de cultivos. La sociología del agua aborda cuestiones sociales relacionadas con el acceso al agua y los derechos de agua, mientras que el derecho del agua se ocupa de la legislación y regulación relacionada con su uso y gestión.

La colaboración interdisciplinaria es esencial para abordar los desafíos actuales y futuros relacionados con el agua, como la escasez, la contaminación y el cambio climático. La gestión equitativa y coordinada de este recurso es fundamental para garantizar su disponibilidad para las generaciones venideras.

1. Generalidades del muestreo para la calidad de agua



[**Enlace de reproducción del video**](https://www.youtube.com/watch?v=DgdYxbu2iJs)

|  |
| --- |
| **Síntesis del video: Generalidades del muestreo para la calidad de agua** |
| En Colombia, la política para la gestión integral del recurso hídrico surge como respuesta a diversas iniciativas promovidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). Estas iniciativas tienen como objetivo establecer directrices para la adecuada gestión del agua en el país. El enfoque principal de esta política es mejorar la gestión del recurso hídrico, analizar los riesgos asociados, implementar medidas de protección y promover el ordenamiento y regulación de los usos del agua. Uno de los aspectos fundamentales de esta política es la necesidad de evaluar tanto la cantidad como la calidad del agua. Esto implica conocer la disponibilidad de agua, es decir, cuánta agua está disponible en una determinada región, así como evaluar las condiciones en las que se encuentra. Para ello, se deben analizar las características físicas, biológicas y químicas del agua, así como su función ecológica en los ecosistemas.  Este componente brinda información detallada sobre cómo llevar a cabo muestreos de calidad en distintos tipos de agua, como aguas superficiales, potables y residuales. Se abordan temas como la recolección de muestras, el uso de equipos necesarios, la preservación y transporte de las muestras, y la importancia de la seguridad al manipular productos químicos. |

# Aspectos generales del agua

El agua se considera el elemento fundamental en nuestro planeta, ya que desempeña un papel crítico en una amplia gama de procesos tanto físicos como químicos. Además, sirve como hábitat esencial para una variedad de organismos acuáticos y semiacuáticos, así como para otros seres que dependen directa o indirectamente de este recurso vital.

Sin embargo, a lo largo del tiempo y debido a diversos factores como la actividad humana, cambios en las condiciones geofísicas y químicas, la ubicación geográfica y la presencia o ausencia de flora y fauna, las características y la composición del agua pueden experimentar variaciones significativas.

A continuación, se presentan los aspectos generales relacionados con características de aguas crudas, tratadas y residuales:

* **Agua cruda o superficial**

Son todos aquellos cuerpos de agua que se encuentran en la superficie de la Tierra y que se forman por escorrentía producto de las precipitaciones o por el afloramiento de aguas subterráneas son aguas en estado natural, que no han sido sometidas a procesos de tratamiento.

* **Agua tratada o potable**

Es el agua que se utiliza para labores domésticas en general, como consumo humano, higiene personal, preparar alimentos y lavado de carros, casas, pisos.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011), el agua potable se considera apta para el consumo humano cuando es incolora, inolora, insípida.

* **Agua residual**

Resultan de actividades antropogénicas. Su falta o indebido tratamiento puede generar graves problemas de contaminación alternando los ciclos biogeoquímicos.

* **Físicos:** barreras como rejillas y filtros que impiden el paso de elementos.
* **Químicos:** adición de elementos (como cloro, ozono), biológicos (raíces de plantas, bacterias limpiadoras).
* **Combinados:** físicos y químicos.

## Propiedades

El agua participa en la mayoría de los procesos biológicos, físicos y químicos que se desarrollan en el planeta, haciendo que muchos procesos de las actividades humanas se relacionen directamente (Galvín, 2022).

Algunas de sus propiedades más destacadas son:

**Propiedades físicas**

* El agua se puede encontrar en la naturaleza en estado sólido, líquido y gaseoso.
* Es inolora, incolora, insípida.
* Su punto de congelación es a 0 °C (grados Celsius) mientras que el punto de ebullición es a 100 °C (al nivel del mar).
* Tiene la capacidad de absorber calor antes de que suba su temperatura.
* Tiende a unirse con otras sustancias en vez de separarse.

**Propiedades químicas**

* El agua pura es neutral (pH de 7), es decir que no es ácida ni básica.
* La molécula del agua tiene carga eléctrica positiva y negativa, aspecto que facilita la adhesión con otras moléculas.
* Reacciona con elementos formando óxidos ácidos, óxidos básicos e hidratos.
* Reacciona con elementos clasificados como metales, no metales.

**Propiedades microbiológicas**

En el agua residen organismos cuya concentración varía dependiendo de factores como:

* Tipo de agua.
* Concentración de sustancias.
* Turbiedad.
* Luz.
* Temperatura.
* Microorganismos.

Algunos de los organismos presentes en el agua pueden ser considerados como indicadores de su calidad, por lo cual comúnmente se analizan en la toma de muestras:

* **Las bacterias**

Aunque existen bacterias que se desarrollan en el agua, existen otras provenientes del aire y suelo que terminan ocasionalmente en el agua y permanecen vivas por un limitado tiempo.

* **Los hongos**

Que habitan en el agua pueden desempeñar diversos roles en los ecosistemas acuáticos. Algunos de estos hongos son parásitos, lo que significa que pueden infectar y causar enfermedades en plantas y animales, ya sea de manera permanente u ocasional.

Además, existen hongos que actúan como depredadores en el ambiente acuático. Estos hongos se alimentan de otros organismos microscópicos, como protozoos, rotíferos y nemátodos. Funcionan como parte de la cadena alimentaria, ayudando a regular las poblaciones de estas especies y contribuyendo al equilibrio del ecosistema acuático.

* **Los protozoos**

Cuentan con gran facilidad para desplazarse en el agua por medio de sus órganos de locomoción como flagelos, cilios o pies falsos. Algunos se presentan de manera independiente, pero otros son parásitos de vertebrados e invertebrados.

* **Las algas**

Su presencia se encuentra directamente relacionada con la temperatura y la luz, produciendo los llamados florecimientos algales o explosiones de crecimientos algales en la superficie del agua. Es posible que no se encuentren en aguas subterráneas debido a su capacidad fotosintética.

* **Los virus**

Que se encuentran en el agua suelen ser parásitos de microorganismos o de organismos invertebrados y vertebrados, y pueden provenir de diversas fuentes, siendo una de las más comunes las aguas residuales contaminadas por aglomeraciones humanas. Los virus presentes en aguas contaminadas pueden representar un riesgo para la salud pública, ya que algunos de estos virus son patógenos y pueden causar enfermedades en humanos y otros organismos.

## Niveles permisivos para consumo

Los niveles permisivos, también conocidos como valores de referencia, son parámetros establecidos previamente con el propósito de servir como puntos de comparación durante el análisis de sistemas de medición. Estos valores son respaldados por profesionales expertos en la materia y están definidos por ley para proporcionar una guía en la interpretación de los resultados obtenidos mediante equipos de medición precisos.

En el contexto de los muestreos de agua, se lleva a cabo la medición de diversos parámetros críticos que son fundamentales para evaluar la calidad del agua y su adecuación para diferentes usos. Estos parámetros incluyen:

* Temperatura.
* Potencial de hidrógeno (pH).
* Oxígeno disuelto.
* Conductividad.
* Nutrientes.
* Contaminantes químicos.
* Sólidos disueltos.
* Sólidos suspendidos.

Los resultados obtenidos se someten a un proceso de contraste o análisis en comparación con los niveles permitidos previamente establecidos con el fin de determinar la condición de un cuerpo de agua. Es fundamental que los valores de referencia recomendados cumplan con ciertos criterios:

* Deben estar respaldados y justificados desde una perspectiva científica sólida.
* Su implementación debe ser práctica y factible, considerando los recursos y capacidades disponibles.
* Deben estar dentro de los límites de detección de los métodos analíticos utilizados por los laboratorios para garantizar mediciones precisas.
* Deben estar diseñados para proteger la salud pública y el medio ambiente.

En Colombia, el Decreto 1076 de 2015, emitido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en su hoja 383 (artículo 2.2.3.3.9.3), establece criterios de calidad admisibles para el uso del recurso hídrico destinado al consumo humano y doméstico. A continuación, se presenta una tabla que recopila los valores de referencia permitidos según esta normativa. Estos valores son esenciales para garantizar la calidad del agua utilizada para consumo humano y doméstico en el país.

**Tabla 1.** Valores de referencia permitidos de la calidad de agua para consumo humano y doméstico

| **Referencia** | **Expresado como** | **Valor (mg/L)** |
| --- | --- | --- |
| Amoníaco | N | 1,0 |
| Arsénico | As | 0,05 |
| Bario | Ba | 1,0 |
| Cadmio | Cd | 0,01 |
| Cianuro | CN- | 0,2 |
| Cinc | Zn | 15,0 |
| Cloruros | Cl- | 250,0 |
| Cobre | Cu | 1,0 |
| Color | Color real | 75 unidades, escala platino, cobalto |
| Compuestos fenólicos | Fenol | 0,002 |
| Cromo | Cr+6 | 0,05 |
| Difeniles policlorados | Concentración de agente activo | No detectable |
| Mercurio | Hg | 0,002 |
| Nitratos | N | 10,0 |
| Nitritos | N | 1,0 |
| pH | Unidades | 5,0- 9,0 unidades |
| Plata | Ag | 0,05 |
| Plomo | Pb | 0,05 |
| Selenio | Se | 0,01 |
| Sulfatos | SO=4 | 400,0 |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | 0,5 |
| Coliformes totales | NMP | 20,000 microorganismos/100 ml |
| Coliformes fecales | NMP | 2000 microorganismos/100 ml |

Nota. Tomada de MADS (2015).

Además de cumplir con estos criterios, es importante que el cuerpo de agua no presente sustancias que imparten:

* Olor o sabor a los tejidos.
* Turbiedad o color.
* Películas o capas de grasas o aceites flotantes.
* Material flotante (sólidos suspendidos).
* Radioisótopos.
* Otras sustancias que no se puedan remover con el tratamiento y que afecten la salud humana.

En el mismo decreto, y tal como se muestra en la siguiente tabla, se establecen los niveles permitidos para aguas de uso:

* Agrícola.
* Pecuario.
* Recreativo de contacto primario.
* Recreativos de contacto secundario.
* Estético.
* Preservación de fauna y flora.
* Vertimientos.

**Tabla 2.** Valores de referencia permitidos de la calidad de agua para vertimientos a un cuerpo de agua

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Referencia* | Usuario existente | Usuario nuevo |
| pH | 5 a 9 unidades. | 5 a 9 unidades. |
| Temperatura | ≤ 40 °C. | ≤ 40 °C. |
| Material flotante | Ausente. | Ausente. |
| Grasas y aceites | Remoción ≥ 80 % en carga. | Remoción ≥ 80 % en carga. |
| Sólidos suspendidos, domésticos o industriales | Remoción ≥ 50 % en carga. | Remoción ≥ 80 % en carga. |
| Demanda bioquímica de oxígeno para desechos domésticos | Remoción ≥ 30 % en carga. | Remoción ≥ 80 % en carga. |
| Demanda bioquímica de oxígeno para desechos industriales | Remoción ≥ 20 % en carga. | Remoción ≥ 80 % en carga. |

Nota. Tomada de MADS (2015).

# Muestreo de agua

Los muestreos de agua son esenciales para evaluar la calidad de un cuerpo de agua, y su enfoque puede variar según los objetivos y las circunstancias específicas. Se definen como un conjunto de procedimientos y actividades diseñados para obtener muestras que permitan estimar valores y verificar hipótesis. En esencia, implican la extracción de una porción representativa de agua con el fin de analizar sus propiedades.

La clave para llevar a cabo muestreos efectivos radica en seleccionar momentos que reflejen fielmente las características del cuerpo de agua en cuestión, así como las variaciones inherentes al lugar de muestreo. La frecuencia de estos muestreos debe determinarse considerando los objetivos específicos y garantizando las condiciones de seguridad necesarias, como se establece en las pautas del Icontec de 1995.

## Métodos de muestreo

La selección de los métodos de muestreo dependerá de las situaciones y de los objetivos que se han propuesto. Estos métodos pueden ser:

* **Muestreo puntual o simple**

Se refiere a la práctica de recolectar muestras de agua en un lugar específico en un momento determinado, sin tener en cuenta las variaciones temporales. En este enfoque, se toma una sola muestra en un instante específico y en un sitio concreto, sin considerar los cambios que pueden ocurrir en la calidad del agua a lo largo del tiempo.

Este tipo de muestreo es útil en situaciones donde se necesita una instantánea de las condiciones del agua en un lugar determinado y no es necesario realizar un seguimiento continuo de las fluctuaciones en la calidad del agua. Por ejemplo, puede ser utilizado para verificar el cumplimiento de los estándares de calidad del agua en un punto de descarga industrial o para evaluar la calidad del agua en un momento específico en un río o lago.

Es importante tener en cuenta que el muestreo puntual puede no capturar las variaciones diurnas o estacionales en la calidad del agua, por lo que en algunas situaciones, especialmente aquellas que requieren un monitoreo a largo plazo, puede ser necesario combinar el muestreo puntual con un muestreo continuo o programado en diferentes momentos y condiciones.

* **Muestreo compuesto**

Es una técnica que implica mezclar varias muestras individuales de agua de diferentes momentos y lugares para obtener una muestra representativa de la calidad del agua en un área o sistema específico. Este enfoque se utiliza para obtener una visión más precisa y completa de la calidad del agua a lo largo del tiempo o en una ubicación particular, reduciendo la variabilidad inherente a las muestras individuales. Se utiliza en monitoreo ambiental, evaluación de sistemas de tratamiento de agua y otros contextos donde se necesita una representación robusta de la calidad del agua.

* **Muestreo continuo**

Es una técnica que implica la recolección constante y automatizada de muestras de agua a lo largo del tiempo. Se utiliza en aplicaciones como el monitoreo en tiempo real de la calidad del agua en sistemas de abastecimiento, estaciones de monitoreo ambiental y plantas de tratamiento de aguas residuales. Esta técnica permite detectar cambios y tendencias a lo largo del tiempo y es crucial para el control en tiempo real de la calidad del agua en diversas aplicaciones.

* **Muestreo discontinuo**

Es una técnica que implica la recolección de muestras en momentos específicos y planificados en lugar de un monitoreo continuo. Las muestras se toman en intervalos predefinidos, pero no se obtienen datos en tiempo real y se analizan posteriormente en un laboratorio. Este enfoque es adecuado para situaciones donde un monitoreo constante no es necesario o factible, como en estudios de investigación o evaluaciones periódicas de la calidad del agua en fuentes naturales o sistemas de abastecimiento. Sin embargo, no proporciona información instantánea sobre la calidad del agua entre los momentos de muestreo.

* **Muestreo en serie**

Es una técnica que implica la recolección continua y frecuente de muestras de agua a lo largo del tiempo, proporcionando datos en tiempo real sobre la calidad del agua. Este método se utiliza en situaciones donde se necesita un monitoreo detallado y constante, como en estudios de flujos de agua, control de procesos industriales y en investigaciones científicas. Permite capturar cambios inmediatos en la calidad del agua y es esencial para la toma de decisiones críticas en tiempo real.

## Tipos de alícuotas y recipientes

Las alícuotas son porciones de muestras que se toman en el sitio de muestreo y mantienen las propiedades físicas y químicas de la sustancia original. En el caso de muestreos de aguas residuales, estas alícuotas son esenciales. Para recolectar estas alícuotas, se utilizan recipientes específicos que deben cumplir ciertos criterios:

Deben ser resistentes y preferiblemente de plástico para reducir costos en muestreos rutinarios.

* Deben ser estériles para evitar la contaminación de la muestra.
* Deben tener un cierre hermético para prevenir derrames.
* Deben permitir la fácil etiquetación o marcado.
* Durante el transporte y almacenamiento, deben garantizar que no haya contaminación cruzada.

En algunos casos, se requieren recipientes especiales para muestras con características particulares. Por ejemplo, muestras microbiológicas pueden necesitar recipientes estériles y oscuros para protegerlas de la luz y la temperatura ambiente.

La elección del recipiente es crucial para garantizar la calidad de la muestra. Debe minimizar el riesgo de contaminación, no afectar las concentraciones de analitos, ser fácil de limpiar y manejar, resistir temperaturas extremas y no romperse fácilmente. Además, debe ser de un tamaño y forma adecuados, permitir un fácil sellado y transporte, y en algunos casos, ser reutilizable.

# Muestras de agua

Las muestras de agua se relacionan directamente con los tipos de muestreo, y se pueden clasificar en varios tipos según el propósito y la metodología del muestreo. Algunos de los tipos comunes de muestras de agua incluyen:

* **Muestras puntuales:** estas muestras se toman en un lugar y momento específicos. Son útiles para obtener una instantánea de la calidad del agua en un punto particular en un momento dado. Se utilizan en muestreos simples y discontinuos.
* **Muestras compuestas:** estas muestras se obtienen mediante la mezcla de varias muestras individuales recogidas en diferentes momentos y lugares. La muestra compuesta proporciona una visión promedio de la calidad del agua en un área o sistema específico y se utiliza en muestreos compuestos.
* **Muestras en serie:** estas muestras se recolectan de manera continua y secuencial a lo largo del tiempo. Proporcionan datos en tiempo real y se utilizan en muestreos en serie para un seguimiento detallado.
* **Muestras representativas:** estas muestras se toman cuidadosamente para reflejar con precisión las características del agua en el lugar de muestreo. Se utilizan en muestreos representativos para obtener datos que sean fieles a la realidad.
* **Muestras especiales:** estas muestras se utilizan para analizar parámetros específicos o para situaciones particulares. Pueden requerir recipientes especiales, como muestras microbiológicas que necesitan envases estériles y oscuros.

La elección del tipo de muestra de agua depende de los objetivos del muestreo, la frecuencia de recolección y la necesidad de obtener datos en tiempo real. Cada tipo de muestra tiene sus propias ventajas y se selecciona en función de las circunstancias específicas y los protocolos de muestreo aplicables.

## Preservación y conservación

Es importante destacar que una vez que se toma una muestra de agua en el sitio de muestreo, las condiciones del agua pueden cambiar a medida que pasa el tiempo debido a una serie de factores, lo que puede afectar la precisión de los resultados de análisis posteriores. Estos factores incluyen:

* Altas temperaturas: pueden acelerar las reacciones químicas y biológicas en la muestra, lo que puede alterar su composición química y la concentración de ciertos componentes.
* Exposición a la luz: especialmente a la luz solar directa, puede afectar la calidad del agua, en particular si se trata de muestras sensibles a la luz, como las destinadas a análisis de parámetros fotosensibles.
* Tipo de recipiente: utilizado para almacenar la muestra es fundamental. Debe ser adecuado para evitar la contaminación, la evaporación y la reacción química con el material del recipiente.
* Tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis: cuanto más tiempo pase entre la recolección de la muestra y su análisis, mayores serán las posibilidades de que ocurran cambios en la composición del agua.
* Agitación durante el transporte: el transporte de las muestras puede involucrar agitación o movimiento, lo que podría causar mezcla de componentes o cambios en las características de la muestra.

Para garantizar la representatividad y precisión de los resultados de análisis, es esencial tomar medidas para minimizar estos efectos. Esto incluye mantener las muestras a temperaturas adecuadas, protegerlas de la luz, utilizar recipientes adecuados, reducir el tiempo de almacenamiento y manejarlas con cuidado durante el transporte. Además, se deben seguir protocolos y procedimientos establecidos para el manejo y preservación de las muestras, especialmente cuando se analizan parámetros críticos.

Cuando las muestras no son tratadas de manera adecuada puede ocurrir:

* **Modificación de la muestra**

Los organismos presentes en el agua, como bacterias, algas y hongos, pueden llevar a cabo procesos que modifican la composición química de la muestra de agua, lo que puede afectar las concentraciones de ciertos compuestos. Algunos ejemplos de las modificaciones que pueden ocurrir incluyen:

* **Oxígeno disuelto:** los microorganismos aeróbicos, como las bacterias, pueden consumir oxígeno disuelto en el agua a medida que descomponen materia orgánica.
* **Dióxido de carbono disuelto:** algunos microorganismos producen dióxido de carbono como subproducto de su metabolismo.
* **Compuestos de nitrógeno y fósforo:** bacterias específicas pueden llevar a cabo procesos de nitrificación y desnitrificación, que afectan las concentraciones de compuestos de nitrógeno en el agua.
* **Silicio:** en ambientes acuáticos marinos y de agua dulce, las diatomeas, un tipo de alga unicelular, pueden acumular sílice en sus estructuras celulares. Esto puede influir en la concentración de silicio en el agua.
* **Exceso de tiempo entre la toma y su análisis**

Es fundamental tener en cuenta el tiempo transcurrido entre la toma de la muestra de agua y su posterior análisis, ya que un exceso de tiempo puede tener un impacto significativo en la calidad de los resultados. Esto se debe a que, durante ese período, los organismos presentes en la muestra, como las bacterias, tienen la oportunidad de reproducirse y multiplicarse, lo que puede llevar a una contaminación de la muestra y afectar la precisión de los análisis.

Por ejemplo, si se recoge una muestra de agua en un punto determinado y luego se almacena durante un período prolongado antes de su análisis, las bacterias presentes en la muestra pueden multiplicarse, consumir oxígeno y generar cambios en las concentraciones de diferentes componentes químicos. Esto podría resultar en mediciones inexactas de parámetros como la concentración de oxígeno disuelto, la turbidez o la presencia de compuestos orgánicos.

* **Modificación de las concentraciones de hierro y sulfuros**

Es importante destacar que las concentraciones de hierro y sulfuros en una muestra de agua pueden verse afectadas por la exposición al oxígeno atmosférico o al propio oxígeno contenido en la muestra. Esto se debe a procesos químicos que pueden alterar los niveles de estos elementos en la muestra.

En presencia de oxígeno, el hierro presente en el agua puede oxidarse, formando compuestos de hierro oxidado que pueden precipitar o disolverse en la muestra. Esto puede conducir a cambios en la concentración de hierro en la muestra con el tiempo.

En cuanto a los sulfuros, en ambientes anaeróbicos (sin oxígeno), pueden existir en forma de sulfuros disueltos. Sin embargo, cuando la muestra entra en contacto con el oxígeno, los sulfuros pueden oxidarse y formar compuestos como sulfatos, lo que también puede alterar las concentraciones de sulfuros en la muestra.

* **Modificación de los parámetros de la conductividad y pH**

Los parámetros del agua, como la conductividad y el pH, pueden verse afectados por diversas condiciones y reacciones químicas durante la toma y el manejo de las muestras. Dos de estos casos son la modificación de la conductividad y la alteración del pH debido a la interacción con el dióxido de carbono (CO2):

* **Modificación de la conductividad:** la conductividad eléctrica del agua está relacionada con la cantidad de iones disueltos en ella. Cuando se toma una muestra de agua y esta entra en contacto con el aire o con superficies que pueden liberar iones, como algunos tipos de recipientes, puede haber una modificación en la conductividad. Por lo tanto, es importante utilizar recipientes y equipos que no introduzcan contaminantes iónicos en la muestra y que se mantenga la integridad de los iones presentes en el agua durante el proceso de toma y análisis.
* **Alteración del pH debido al dióxido de carbono:** el dióxido de carbono (CO2) presente en el aire y disuelto en el agua puede reaccionar con el agua para formar ácido carbónico (H2CO3), lo que disminuye el pH del agua. Esta reacción es una de las principales causas de la acidificación del agua.
* **Absorción de compuestos orgánicos y metales**

Se puede ocasionar la absorción, cuando la muestra de agua entra en contacto con las paredes internas de dichos recipientes durante el proceso de toma y almacenamiento. Esto puede tener un impacto significativo en la concentración real de los compuestos en la muestra, lo que, a su vez, podría afectar la precisión de los resultados de los análisis posteriores.

Para reducir al mínimo el efecto de la absorción de compuestos, especialmente aquellos que son volátiles o tienden a adherirse a superficies sólidas, es fundamental seguir rigurosamente las buenas prácticas de muestreo. Esto incluye el uso de recipientes especialmente diseñados para la recolección de muestras de agua y la aplicación de procedimientos adecuados de limpieza, etiquetado y almacenamiento de estos recipientes. Estas medidas son esenciales para preservar la integridad de las muestras y garantizar resultados precisos en los análisis posteriores de agua.

Para prevenir que estos factores afecten la calidad de la muestra, es importante aplicar la preservación de la muestra inmediatamente después de su recolección. La elección del preservante adecuado dependerá del parámetro para el cual se haya tomado la muestra:

* En el caso de muestras biológicas, la preservación se realiza para proteger las estructuras morfológicas y prevenir la degradación bioquímica o química de la materia orgánica. Esto garantiza una adecuada identificación de las especies de organismos presentes en la muestra.
* Además de la aplicación de preservantes, el enfriamiento es un método comúnmente utilizado para conservar las muestras. Se utilizan refrigeradores o neveras de plástico o icopor que contienen hielo, manteniendo las muestras a temperaturas entre 1 °C y 5 °C. Estos dispositivos son útiles para transportar las muestras desde el lugar de muestreo hasta el laboratorio y mantenerlas en condiciones adecuadas durante el transporte y en un período corto de tiempo (Icontec, 2004).

Para garantizar un manejo adecuado de las muestras, es importante considerar los siguientes aspectos:

* **Trazabilidad**

Se refiere a un conjunto de procedimientos establecidos previamente, que permiten seguir la ruta de la muestra desde el momento en que se toma hasta su llegada al laboratorio para su análisis.

El propósito fundamental de la trazabilidad es asegurar que todos los procesos se lleven a cabo con estándares de calidad, que garanticen la integridad de la muestra. Para lograrlo, es necesario:

* Identificar el origen de la muestra, es decir, el lugar y las condiciones en las que se recolectó.
* Registrar todas las etapas por las que ha pasado la muestra, desde su toma hasta su llegada al laboratorio para su análisis.

El establecimiento de un sistema de trazabilidad contribuye a la confiabilidad de los resultados de los análisis de calidad de agua y asegura que se cumplan los estándares establecidos para la toma, preservación y transporte de las muestras.

* **Periodicidad**

La periodicidad del muestreo de calidad de agua depende de los objetivos y recursos disponibles. Puede variar desde muestreos mensuales o estacionales hasta mediciones en tiempo real, y se divide en etapas de campo, evaluación de procesos y generación de informes de resultados. La frecuencia se adapta a las necesidades de monitoreo y control.

* **Almacenamiento**

Una vez que las muestras llegan al laboratorio, se almacenan en neveras que mantienen temperaturas entre 1 °C y 5 °C para preservar su calidad. Además, en algunos casos, se les aplican químicos preservantes específicos dependiendo del parámetro a analizar. Estas medidas garantizan que las muestras se mantengan en condiciones adecuadas hasta su análisis posterior en el laboratorio.

# Equipos de muestreo de aguas

En los muestreos convencionales para la determinación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos que definen la calidad de un cuerpo de agua, es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

* El volumen de la muestra debe ser lo suficiente para el análisis requerido y cantidad suficiente en caso de tener que repetir el análisis.
* Minimizar o en caso extremo evitar que el personal que toma la muestra tenga contacto directo con la muestra.
* Usar materiales que no contaminen la muestra.
* Usar equipos que sean de fácil manejo y que garanticen además de la toma de la muestra, la seguridad del operario.
* Según el sitio donde se realizará el muestreo, se definen los equipos manuales a utilizar:

**Tabla 3.** Equipos para la obtención de la muestra de agua

| **Sitio** | **Equipo** |
| --- | --- |
| **Obtención de muestra puntual o superficial (ejemplo río)** | Generalmente de forma manual con un balde o botella de boca ancha que se introduce en el cuerpo de agua y se saca rápidamente una vez se encuentra llena. |
| **Obtención de muestra de profundidad (ejemplo embalse)** | Las botellas muestreadoras tipo *Niskin*, *Van Dorn* y *Ruttner*, son dispositivos utilizados para tomar muestras de agua en diferentes profundidades de cuerpos de agua como océanos, lagos o ríos. Estas botellas tienen un diseño que permite la recolección de muestras a profundidades específicas sin que se mezclen con las capas de agua circundantes. |

También existen los equipos automáticos de muestreo de agua, que son de gran utilidad en investigaciones y monitoreo ambiental, ya que permiten obtener datos de manera continua y precisa. Estos equipos se dividen en dos categorías principales, según sus criterios de funcionamiento:

**a) Basados en el tiempo:** estos equipos recolectan muestras de agua a intervalos de tiempo predefinidos. Esto significa que toman muestras en momentos específicos programados previamente. Este enfoque es útil para obtener una serie temporal de datos.

**b) Basados en el volumen de muestra:** estos equipos toman muestras de agua en función de las variaciones de flujo en el cuerpo de agua. Responden a cambios en la velocidad o caudal del agua, lo que garantiza que la muestra sea representativa incluso en condiciones de flujo variable.

Además de la recolección de muestras, se utilizan sondas multiparamétricas que se sumergen directamente en el lugar de muestreo para medir varios parámetros fisicoquímicos en tiempo real. Algunos de los parámetros que pueden medirse con estas sondas incluyen:

* **Profundidad:** para conocer la profundidad del cuerpo de agua en el punto de muestreo.
* **Temperatura:** para medir la temperatura del agua.
* **Oxígeno disuelto:** para determinar la concentración de oxígeno disuelto en el agua, lo que es crucial para la salud de los ecosistemas acuáticos.
* **pH:** para medir la acidez o alcalinidad del agua.
* **Conductividad eléctrica:** para evaluar la capacidad del agua para conducir electricidad, lo que está relacionado con la concentración de sales disueltas.

En cuanto a los equipos de muestreo biológico, estos varían según el grupo de organismos que se desee analizar. Por ejemplo, pueden utilizarse redes de plancton para recolectar organismos microscópicos, trampas para atrapar organismos bentónicos en el fondo del agua, o equipos de pesca eléctrica para estudiar poblaciones de peces. La elección del equipo depende de los objetivos específicos de la investigación biológica.

En resumen, estos equipos automáticos y sondas son fundamentales en la recopilación de datos continuos y precisos para la monitorización y la investigación de cuerpos de agua, lo que contribuye a comprender mejor la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos.

## Ficha técnica de los equipos

Las fichas técnicas de los equipos son documentos esenciales para comprender y utilizar adecuadamente los dispositivos utilizados en el muestreo y análisis de agua. Estas fichas contienen información detallada sobre las especificaciones técnicas y las funciones de manejo de los equipos. Algunos de los datos comunes que se encuentran en una ficha técnica incluyen:

* **Año de fabricación:** indica el año en que se produjo el equipo. Esto puede ser relevante para determinar su antigüedad y si necesita actualizaciones o mantenimiento.
* **Modelo:** es el nombre o número de modelo del equipo, que facilita su identificación.
* **Marca:** la marca del fabricante del equipo.
* **Composición:** describe los materiales y componentes que conforman el equipo. Esto puede ser importante para evaluar la durabilidad y la resistencia a condiciones específicas.
* **Características físicas internas y externas:** detalla las características tanto internas como externas del equipo, como dimensiones, peso, capacidad, tipo de pantalla, conexiones, etc.
* **Recomendaciones:** proporciona orientación sobre el uso adecuado del equipo, precauciones de seguridad y mantenimiento recomendado.
* **Modos de uso:** describe cómo utilizar el equipo correctamente, incluidas las funciones específicas y las configuraciones que pueden ser necesarias.
* **Empresa fabricante:** indica la empresa que fabricó el equipo, lo que puede ser útil para obtener información adicional o soporte técnico si es necesario.

Estas fichas técnicas son herramientas valiosas para los profesionales que trabajan con equipos de muestreo y análisis de agua, ya que les permiten comprender a fondo las capacidades y limitaciones de los dispositivos y garantizar su uso eficiente y seguro. Además, proporcionan una referencia útil para el mantenimiento y la calibración de los equipos a lo largo del tiempo. A continuación, se presenta un ejemplo de cómo podría lucir una ficha técnica de un equipo de campo:

**Tabla 4.** Ejemplo ficha de campo de un equipo de campo

|  |  |
| --- | --- |
| **Producto** | Equipo multiparámetro de doble entrada. |
| **Marca** | HACH. |
| **Año de fabricación** | 2010. |
| **Modelo** | HQ 440D. |
| **País de fabricación** | Estados Unidos. |
| **Medidas** | 20 cm x 15 cm x 4 cm. |
| **Peso** | 1250 gr aproximadamente. |
| **Color** | Negro. |
| **Características de uso** | * Requiere de baterías AA. * Verificar que esté actualizado fecha y hora. * Calibrar antes de usar. * Validar los parámetros antes de cada muestreo. * Cuidado con la humedad. |
| **Función** | Medir parámetros *in situ* de calidad de agua. |
| **Parámetros a analizar** | Oxígeno disuelto, pH, temperatura y conductividad. |
| **Mantenimiento** | * Mantenimiento preventivo cada 6 meses. * Calibración anual. |

## Manuales técnicos de los equipos

Los manuales técnicos son documentos esenciales que proporcionan instrucciones detalladas sobre cómo utilizar y mantener un equipo de manera segura y efectiva. Estos manuales suelen ser elaborados por el fabricante o por el personal calificado de la empresa que adquiere el equipo. Aquí hay algunos elementos clave que suelen incluirse en los manuales técnicos de los equipos de muestreo y análisis de agua:

* **Introducción:** una breve descripción del equipo y su propósito.
* **Especificaciones técnicas:** instrucciones paso a paso para configurar y preparar el equipo antes de su uso.
* **Instalación:** instrucciones paso a paso para configurar y preparar el equipo antes de su uso.
* **Operación:** cómo utilizar el equipo correctamente, incluidas las funciones específicas y los procedimientos de muestreo.
* **Calibración:** instrucciones para calibrar el equipo, si es necesario, y cómo verificar su precisión.
* **Mantenimiento:** cómo cuidar y mantener el equipo, incluidas las tareas de limpieza y reemplazo de partes o consumibles.
* **Solución de problemas:** una guía para identificar y solucionar problemas comunes que puedan surgir durante el uso del equipo.
* **Seguridad:** precauciones de seguridad importantes que deben seguirse al utilizar el equipo.
* **Almacenamiento:** recomendaciones sobre cómo almacenar el equipo cuando no esté en uso.
* **Garantía y soporte:** información sobre la garantía del equipo y cómo obtener soporte técnico o reparaciones en caso de problemas.
* **Referencias y recursos:** cualquier otra documentación relevante, como hojas de datos, certificados de calibración, y datos de contacto del fabricante o proveedor.

Estos manuales son valiosos recursos para garantizar que los equipos se utilicen adecuadamente, se mantengan en buen estado y se obtengan resultados precisos y confiables en las operaciones de muestreo y análisis de agua.

## Técnicas de mantenimiento

El mantenimiento de los equipos utilizados en las operaciones de muestreo y análisis del agua es fundamental para asegurar la precisión y confiabilidad de los resultados, así como para garantizar la seguridad de los trabajadores y la eficiencia operativa. Algunos de los beneficios clave del mantenimiento de equipos son:

* **Reducción de costos:** el mantenimiento preventivo ayuda a evitar costosas reparaciones y reemplazos de equipos debido a fallas mayores. Además, minimiza los costos adicionales relacionados con el tiempo de inactividad y la interrupción de las operaciones.
* **Mayor durabilidad:** los equipos que se mantienen regularmente tienden a tener una vida útil más larga, lo que significa que pueden seguir siendo utilizados de manera efectiva durante más tiempo antes de necesitar ser reemplazados.
* **Confianza en los resultados:** los equipos bien mantenidos son más propensos a proporcionar mediciones y resultados precisos, lo que es esencial en el muestreo y análisis de agua, donde la exactitud es crítica.
* **Seguridad:** el mantenimiento adecuado también contribuye a garantizar la seguridad de los trabajadores al reducir el riesgo de accidentes causados por equipos defectuosos.
* **Cumplimiento normativo:** en muchas industrias y sectores, el mantenimiento regular de equipos es un requisito legal y regulatorio. Cumplir con estas normativas es esencial para evitar sanciones y multas.
* **Eficiencia operativa:** los equipos en buen estado operan de manera más eficiente, lo que puede traducirse en ahorros de tiempo y recursos en el proceso de muestreo y análisis de agua.

El mantenimiento de equipos puede ser clasificado en diferentes tipos, dependiendo de la estrategia y los objetivos de mantenimiento. Los principales tipos de mantenimiento incluyen:

* **Mantenimiento preventivo**

Este enfoque implica la realización de inspecciones y tareas de mantenimiento de rutina en los equipos de manera programada, incluso si no muestran signos de falla. El objetivo es prevenir problemas antes de que ocurran. Se llevan a cabo actividades como la limpieza, lubricación, calibración y reemplazo de piezas desgastadas de manera regular.

* **Mantenimiento correctivo**

Se realiza en respuesta a una falla o problema identificado en un equipo. El objetivo es corregir la falla y restaurar el equipo a su funcionamiento normal. Puede ser planificado o no planificado, dependiendo de si se anticipa la falla o no.

* **Mantenimiento predictivo**

En este enfoque, se utilizan herramientas de monitoreo y técnicas de diagnóstico para predecir cuándo es probable que ocurra una falla en un equipo. Se basa en la observación de indicadores de desempeño y la recopilación de datos para tomar decisiones informadas sobre cuándo llevar a cabo el mantenimiento.

* **Mantenimiento proactivo**

Este tipo de mantenimiento implica la identificación de problemas potenciales antes de que se conviertan en fallas. Se toman medidas para abordar las causas raíz de los problemas y prevenir futuras fallas. Es un enfoque más estratégico que busca mejorar continuamente la confiabilidad del equipo.

* **Mantenimiento de emergencia**

Este tipo de mantenimiento se realiza en situaciones de emergencia cuando un equipo ha fallado inesperadamente y se requiere una reparación inmediata para minimizar el tiempo de inactividad.

## Técnicas de calibración

La calibración de equipos utilizados en el muestreo y análisis de agua es un proceso esencial para garantizar la precisión y confiabilidad de las mediciones. Algunas de las técnicas comunes de calibración incluyen:

* **Calibración por puntos:** en esta técnica, se ajusta un equipo utilizando uno o más puntos de calibración conocidos. Se realizan mediciones en estos puntos de referencia y se ajusta el equipo para que sus lecturas coincidan con los valores conocidos. Esto es común en equipos como medidores de pH y conductividad.
* **Calibración por curva de calibración:** en lugar de ajustar el equipo en puntos individuales, se utiliza una curva de calibración que relaciona las lecturas del equipo con los valores conocidos. Se crea una ecuación o curva que permite la conversión de las lecturas del equipo en valores reales. Este enfoque se utiliza en equipos que generan curvas de respuesta, como espectrofotómetros.
* **Calibración comparativa:** en esta técnica, se compara el equipo a calibrar con un equipo de referencia o patrón de calibración. Se realizan mediciones simultáneas en ambos equipos y se ajusta el equipo a calibrar para que coincida con las lecturas del equipo de referencia. Esto se utiliza en situaciones donde es importante garantizar que dos equipos proporcionen mediciones consistentes.
* **Calibración de parámetros múltiples:** algunos equipos pueden requerir la calibración de múltiples parámetros simultáneamente. En este caso, se realizan calibraciones separadas para cada parámetro y se ajusta el equipo en consecuencia.
* **Calibración externa:** en ocasiones, se utiliza un laboratorio externo o una entidad de calibración certificada para llevar a cabo la calibración de equipos. Esto garantiza la trazabilidad de las mediciones a estándares reconocidos internacionalmente.

Es importante destacar que la calibración debe ser realizada por personal capacitado y siguiendo procedimientos documentados. Además, debe llevarse a cabo de manera regular, ya que los equipos pueden desviarse con el tiempo debido al desgaste y otros factores. La calibración adecuada asegura que los resultados de las mediciones sean precisos y confiables, lo que es fundamental en aplicaciones relacionadas con la calidad del agua y la toma de decisiones.

# Productos químicos

Los productos químicos son sustancias fabricadas mediante procesos industriales y tienen una presencia significativa en la vida cotidiana. Son ampliamente utilizados en diversas aplicaciones, desde productos de limpieza y detergentes hasta insecticidas, plásticos y ambientadores. Además, se encuentran en sectores como la peluquería, la veterinaria, la jardinería, la fotografía, la construcción, la tintorería y muchas otras industrias.

En Colombia, la clasificación de los productos químicos se rige por el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) de la Organización de las Naciones Unidas. Este sistema se basa en criterios que incluyen la identificación de los peligros asociados con una sustancia química o mezcla, la revisión de datos sobre los riesgos y la determinación del grado de peligrosidad. Además, se asignan símbolos y palabras de advertencia para comunicar de manera efectiva los peligros asociados con estos productos.

Según el SGA, algunas de las clases de peligros más comunes incluyen:

* **Peligros físicos**

Estos peligros se relacionan con las propiedades físicas de los productos químicos y su capacidad para causar daños debido a su inflamabilidad, explosividad, reactividad química, presión o temperatura. Ejemplos de subclases incluyen inflamables, explosivos, gases comprimidos, sustancias oxidantes, etc.

* **Peligros para la salud**

Estos peligros están asociados con los efectos adversos que los productos químicos pueden tener en la salud humana o animal. Esto incluye categorías como toxicidad aguda, irritación, sensibilización cutánea, carcinogenicidad, toxicidad reproductiva, entre otros.

* **Para el medio ambiente**

Estos peligros se refieren a la capacidad de los productos químicos para causar daños al medio ambiente, como la toxicidad para los organismos acuáticos, la persistencia en el medio ambiente o la bioacumulación.

* **Para la salud física**

Estos peligros se relacionan con el impacto físico que un producto químico puede tener en el cuerpo humano o en otros organismos, como quemaduras químicas, daño ocular o asfixia.

Es fundamental proporcionar información clara y precisa sobre los peligros asociados a los productos químicos para garantizar su uso seguro. Las etiquetas y las Fichas de Datos de Seguridad (FDS) son herramientas esenciales para comunicar estos riesgos a los trabajadores, los consumidores y aquellos que manipulan productos químicos.

Las etiquetas suelen incluir símbolos, palabras de advertencia e indicaciones de peligro que indican la naturaleza de los riesgos asociados al producto químico. Esto permite a las personas tomar precauciones adecuadas al manipular, almacenar o desechar estos productos. A continuación, se muestran las indicaciones de peligro utilizadas por el SGA:

**Figura 1.** Imágenes utilizadas por el SGA con indicaciones de peligro



Nota: MADS (2017).

Además del etiquetado y la ficha, algunos productos tienen recomendaciones como:

* Mantener fuera del alcance de los niños.
* No utilizar el producto si no se encuentra etiquetado.
* Si requiere repetir, utilizar el producto menos peligroso.
* Leer la etiqueta e instrucciones de uso antes de utilizar.
* Utilizar las dosis recomendadas.
* Evite trasvasar el contenido.
* Evitar fumar y consumir alimentos, mientras manipula el producto.
* Evitar usar el producto en casa si la etiqueta dice que es de uso profesional.
* Procurar no mezclar productos.
* No verter el producto en los desagües.
* Evitar utilizar agua para limpiar derrames (si el producto es inflamable).

## Método de medición

Los métodos que se utilizan para medir los productos químicos son:

**Activos**

Estos métodos implican la utilización de un proceso o dispositivo para recolectar muestras de manera deliberada y controlada. Algunos ejemplos de métodos activos son:

Muestreo por bomba de aire: se utiliza una bomba para aspirar el aire a través de un filtro o colector que captura partículas y compuestos químicos presentes en el aire.

Muestreo de agua mediante bomba: se utiliza una bomba para recoger muestras de agua de forma controlada y a una velocidad específica.

**Pasivos**

Estos métodos implican la exposición de un dispositivo de muestreo a la fuente de contaminación durante un período de tiempo determinado. El dispositivo recoge las sustancias químicas de forma pasiva, sin intervención activa. Algunos ejemplos de métodos pasivos son:

Muestreo de difusión pasiva: se utilizan dispositivos que permiten la absorción lenta de compuestos químicos presentes en el aire o el agua. Estos dispositivos capturan sustancias a medida que difunden hacia ellos.

Muestreo pasivo de suelo o sedimentos: se colocan dispositivos en el suelo o sedimentos para recoger contaminantes de forma pasiva durante un período de tiempo.

**Directos**

Utilizan equipos de campo que realizan la lectura de la concentración del contaminante de manera simultánea.

Permiten obtener resultados rápidos, instantáneos, precisos y puntuales, con un costo relativamente bajo.

Los equipos colorimétricos son dispositivos que se basan en el cambio de color que tiene un reactivo al entrar en contacto con un contaminante.

Los monitores específicos son equipos que ofrecen una lectura electrónica.

Los monitores de gases y vapores pueden ser eléctricos, térmicos, electromagnéticos, y espectroscopios fotoacústicos.

Para aerosoles se utilizan equipos ópticos o eléctricos.

## Hoja de seguridad

Las hojas de seguridad, también conocidas como Fichas de Datos de Seguridad (FDS) o Material “Safety Data Sheets” (MSDS) en inglés, son documentos esenciales que proporcionan información detallada sobre los peligros asociados con un producto químico o su mezcla. Estas hojas se utilizan para comunicar de manera efectiva la información crítica relacionada con la seguridad y el manejo de productos químicos peligrosos. A continuación, se describen algunos de los aspectos clave que se incluyen en una hoja de seguridad:

* **Identificación del producto:** esto incluye el nombre del producto, la composición química, el nombre del fabricante o proveedor y los datos de contacto.
* **Propiedades físicas y químicas:** se detallan las características del producto, como estado físico, color, olor, punto de ebullición, punto de fusión, densidad, solubilidad, entre otros.
* **Identificación de peligros:** aquí se describen los riesgos potenciales asociados con el producto, incluidos los peligros para la salud, la inflamabilidad, la reactividad y otros riesgos específicos.
* **Medidas de primeros auxilios:** se proporcionan instrucciones sobre cómo actuar en caso de exposición o contacto con el producto, incluidas las medidas de primeros auxilios que deben tomarse.
* **Medidas de lucha contra incendios:** esto incluye información sobre cómo controlar y extinguir incendios relacionados con el producto, así como los agentes extintores adecuados.
* **Medidas en caso de derrame:** se detallan las precauciones y los procedimientos adecuados para el manejo de derrames, incluyendo el uso de equipos de protección personal.
* **Almacenamiento y manipulación segura:** se proporcionan recomendaciones sobre cómo almacenar y manipular el producto de manera segura, incluyendo condiciones de temperatura y ventilación.
* **Exposición y control de riesgos:** esto incluye información sobre límites de exposición ocupacional, medidas de control de riesgos y equipos de protección personal recomendados.
* **Propiedades toxicológicas y ecotoxicológicas:** se describen los efectos potenciales del producto en la salud humana y el medio ambiente.
* **Consideraciones medioambientales:** se proporciona información sobre el impacto ambiental del producto y las medidas para minimizar dicho impacto.
* **Eliminación:** se indican los métodos seguros y apropiados para la eliminación del producto y los envases vacíos.
* **Transporte:** se detallan las regulaciones y precauciones relacionadas con el transporte del producto.
* **Información toxicológica y ecológica adicional:** esto incluye datos adicionales sobre la toxicidad y el impacto ecológico del producto.
* **Información sobre regulaciones:** se informa sobre las regulaciones y leyes aplicables relacionadas con el producto químico.
* **Otra información:** cualquier otra información relevante que no haya sido cubierta en las secciones anteriores.

Las hojas de seguridad son fundamentales para garantizar un manejo seguro de productos químicos peligrosos en diversos entornos, desde laboratorios hasta lugares de trabajo industriales. Es esencial que el personal que trabaja con productos químicos tenga acceso a estas hojas y comprenda su contenido para minimizar los riesgos asociados con su uso. Además, estas hojas deben actualizarse periódicamente para reflejar cualquier cambio en la información del producto.

## Fichas técnicas

Las fichas técnicas son documentos esenciales para proporcionar información clave sobre un producto químico en un formato conciso y fácil de entender. Esta información es fundamental para garantizar el uso seguro y adecuado de productos químicos en diversos entornos, desde lugares de trabajo industriales hasta laboratorios y hogares. A continuación, se mencionan los elementos más comunes que se incluyen en una ficha técnica de un producto químico:

* **Nombre:** nombre y composición.
* **Descripción:** descripción general del producto, uso y función.
* **Presentación:** forma de presentación.
* **Propiedades físicas y químicas:** olor, color, estado, pH, densidad.
* **Modo de empleo:** dónde y cómo aplicarlo, periodo de seguridad, incompatibilidades de aplicación, dosis de aplicación.
* **Condiciones de estabilidad:** temperatura de congelación, temperatura de ebullición, solubilidad, compatibilidad.
* **Ficha técnica:** incluyendo su fecha de revisión.

Las fichas técnicas desempeñan un papel fundamental en la gestión de la seguridad química y son esenciales para proteger la salud de los trabajadores y minimizar los riesgos asociados con el uso de productos químicos peligrosos. Proporcionan a los usuarios la información necesaria para manipular, almacenar y desechar productos químicos de manera segura y adecuada. Además, ayudan a las organizaciones a cumplir con las regulaciones y normativas de seguridad relacionadas con el manejo de sustancias químicas peligrosas.

## Almacenamiento

El almacenamiento adecuado de productos químicos es esencial para garantizar la seguridad en el lugar de trabajo, prevenir accidentes y minimizar los riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

Se pueden clasificar de varias formas; por ejemplo:

* Orgánicos.
* Inorgánicos.
* Sólidos.
* Líquidos.
* Gaseosos.

Sin embargo, la principal y más segura forma de clasificarlos es acorde a su descripción:

* Ácidos.
* Líquidos inflamables.
* Bases líquidas.
* Oxidantes líquidos.
* Gases comprimidos.
* Sustancias volátiles peligrosas.
* Sustancias líquidas no volátiles peligrosas.

Por otra parte, se deben almacenar:

* Ácidos.
* De forma separada.
* Correctamente etiquetados, indicando su nivel de riesgo.
* Incompatibilidad entre sustancias, como por ejemplo las sustancias combustibles lejos de las oxidantes. o tóxicas para evitar posibles reacciones.
* Las sustancias corrosivas en recipientes pequeños y en bandejas o cubetas de contención.
* Las instalaciones deben tener una óptima temperatura para evitar reacciones.
* Productos químicos almacenados por tiempo prolongado es un riesgo porque pueden generar reacciones. químicas indeseadas, riesgo de descomposición de la sustancia o deterioro de los recipientes.
* Disponer de una buena ventilación si se almacenan especialmente productos tóxicos e inflamables.
* Utilizar instalaciones eléctricas antiexplosivas.
* Contar sistema de detraje seguro en caso de derrames.

# Seguridad y salud en el trabajo

El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) es una iniciativa promovida por el Ministerio del Trabajo, diseñada para establecer un proceso que garantice la protección de los trabajadores en el desempeño de sus actividades laborales. Este sistema se fundamenta en la mejora continua y tiene como propósito principal anticipar, identificar, evaluar y controlar los riesgos que puedan comprometer la seguridad y la salud de los empleados en su entorno laboral. Su enfoque se centra en:

a) La prevención de lesiones y enfermedades derivadas de las condiciones laborales.

b) La salvaguardia y el fomento de la salud de los trabajadores.

El SGSST busca, en última instancia, crear entornos laborales seguros y saludables, donde los empleados puedan desarrollar sus tareas con la menor exposición posible a riesgos y con el respaldo de medidas de protección y promoción de su bienestar. El enfoque de este sistema abarca dos dimensiones fundamentales:

**a) Medicina preventiva:** esta dimensión se concentra en actividades destinadas a promover y controlar la salud de los trabajadores. Su objetivo es prevenir enfermedades y promover prácticas de salud entre el personal de la organización. Esto incluye, por ejemplo, la realización de exámenes médicos periódicos, programas de vacunación, promoción de estilos de vida saludables y otras acciones para garantizar la salud de los empleados.

**b) Higiene y seguridad industrial:** en esta dimensión, se llevan a cabo actividades encaminadas a identificar, evaluar y controlar los agentes contaminantes y los factores de riesgo que puedan afectar tanto la salud como la seguridad de los trabajadores. Esto incluye la implementación de medidas para prevenir accidentes laborales, así como la gestión de sustancias peligrosas y condiciones de trabajo que puedan poner en riesgo la integridad física de los empleados.

En conjunto, estas dimensiones buscan evaluar y gestionar los riesgos asociados a la actividad laboral, entendiendo el riesgo como la posibilidad de que un trabajador sufra daños como resultado de sus tareas en el entorno de trabajo. La gestión de riesgos es esencial para eliminar o reducir al mínimo las consecuencias perjudiciales para la salud de los empleados, así como para proteger a los clientes y preservar la integridad de la organización.

## Clases de riesgos

Los riesgos laborales en Colombia están clasificados en una escala del 1 al 5, según el Decreto 1295 de 1994, tomando en cuenta el nivel de exposición y los factores que los generan. A continuación, se describen estas clases de riesgos:

**Tabla 5.** Clasificación de riesgos en Colombia

| **Clase** | **Riesgo** | **Descripción** |
| --- | --- | --- |
| I | Mínimo | Se encuentran los cargos donde el riesgo laboral es mínimo. Los trabajadores en esta categoría están expuestos a condiciones de trabajo que no representan un riesgo significativo para su salud o seguridad. Esto incluye, por ejemplo, labores administrativas en oficinas. |
| II | Bajo | Se ubican los cargos con un riesgo laboral bajo. Los trabajadores en esta clase pueden estar expuestos a condiciones de trabajo que conllevan un riesgo leve para su salud o seguridad, pero este riesgo es manejable con medidas de prevención adecuadas. |
| III | Medio | Aquí se incluyen los cargos con un riesgo laboral moderado. Los trabajadores en esta categoría pueden estar expuestos a condiciones de trabajo que presentan un riesgo considerable para su salud o seguridad, pero que aún son controlables mediante medidas preventivas adecuadas |
| IV | Alto | Se encuentra los cargos con un riesgo laboral alto. Los trabajadores en esta clase enfrentan condiciones de trabajo que conllevan un riesgo significativo para su salud o seguridad, y se requieren medidas de prevención y control rigurosas para reducir los peligros. |
| V | Máximo | Se encuentran los cargos con el riesgo laboral más alto. Los trabajadores en esta clase están expuestos a condiciones de trabajo que representan un riesgo extremadamente alto para su salud o seguridad, y es esencial implementar medidas de control estrictas para garantizar su protección. |

## Métodos de prevención

Las acciones preventivas son fundamentales para que las empresas puedan gestionar eficazmente los riesgos laborales y evitar que ocurran accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo. Estas acciones incluyen:

* **Seguridad en el trabajo:** se centra en evaluar los riesgos asociados al lugar de trabajo para asegurar condiciones seguras y efectivas, reduciendo la probabilidad de accidentes.
* **Higiene industrial:** se enfoca en proteger la salud de los trabajadores y el ambiente laboral. Esto implica identificar, evaluar y controlar riesgos como el ruido, agentes biológicos y químicos. Su objetivo es mejorar la salud de los empleados, prevenir enfermedades ocupacionales y crear un ambiente laboral más seguro y productivo.
* **La ergonomía:** se encarga de adecuar el trabajo a las capacidades y limitaciones de las personas que lo realizan, diseñando los recursos materiales y los métodos de trabajo para prevenir la fatiga física y mental.
* **La psicosociología:** se enfoca en el estudio de las relaciones interpersonales y los aspectos organizativos del trabajo, con el objetivo de promover relaciones laborales positivas y comprender el comportamiento humano en el entorno de trabajo.
* **La medicina del trabajo:** se dedica al estudio de las consecuencias de las condiciones laborales, incluyendo aspectos ambientales y materiales. Su enfoque abarca la vigilancia de la salud de los trabajadores, la educación sanitaria, la curación de enfermedades relacionadas con el trabajo y la rehabilitación. Su actuación se centra en la prevención de enfermedades y lesiones laborales, así como en la atención y recuperación de los trabajadores afectados.

## Elementos de protección individual

Los Elementos de Protección Individual (EPI) son esenciales para proteger la integridad de los trabajadores en sus labores y reducir los riesgos asociados al trabajo. Estos elementos varían según la parte del cuerpo que se busca proteger. Algunos ejemplos de EPI incluyen:

**Elementos de Protección Individual (EPI)**

1. **Protectores de la cabeza**

* Cascos de seguridad.
* Gorros.

1. **Protectores auditivos**

* Orejeras.

1. **Protectores oculares y de la cara**

* Gafas.
* Caretas.

1. **Protección de las vías respiratorias**

* Tapabocas.
* Filtros.

1. **Protectores de manos y brazos**

* Guantes.

1. **Protectores de pies y piernas**

* Botas de seguridad.
* Polainas.

1. **Protectores de la piel**

* Ropa adecuada.
* Tela antifluido.

1. **Protectores del tronco y el abdomen**

* Chalecos.

Es importante que los trabajadores utilicen los EPI adecuados según su función y el entorno de trabajo para garantizar su seguridad y salud. Además, es responsabilidad de los empleadores proporcionar y mantener en buen estado estos elementos, así como capacitar a los trabajadores en su uso correcto.

# Normatividad ambiental

La normatividad ambiental relacionada con el uso y conservación del agua es esencial para garantizar un manejo adecuado de este recurso vital y promover la sustentabilidad de los ecosistemas. A través de directrices y regulaciones, se busca orientar las prácticas relacionadas con el agua y prevenir la sobreexplotación, la contaminación y otros impactos negativos en los recursos hídricos.

Esta normatividad suele abordar diversas áreas, como la calidad del agua, la gestión de aguas residuales, la protección de fuentes de agua, la conservación de ecosistemas acuáticos, la promoción de prácticas sostenibles en la agricultura y la industria, y la participación ciudadana en la gestión del agua, entre otros aspectos.

En cada país, las leyes y regulaciones específicas pueden variar, pero en general, la normatividad ambiental relacionada con el agua busca equilibrar las necesidades humanas con la conservación de la biodiversidad y la protección de los ecosistemas acuáticos. Además, promueve la eficiencia en el uso del agua y fomenta la adopción de tecnologías y prácticas que minimicen el impacto ambiental.

El cumplimiento de estas normativas es fundamental para preservar la calidad y disponibilidad del agua para las generaciones futuras y garantizar un entorno saludable para todas las formas de vida que dependen de este recurso.

La Constitución Política de Colombia de 1991 establece:

* **Artículo 79:** “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.
* **Artículo 80:** “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas”.

## Calidad del agua

La calidad del agua es un aspecto de vital importancia para la salud humana y la preservación del medio ambiente. En Colombia, se han establecido normativas y decretos que regulan y supervisan la gestión y control de la calidad del agua en sus diferentes usos. Dos decretos clave en este contexto son el Decreto 1575 de 2007 y el Decreto 1975 de 2015.

El Decreto 1575 de 2007 se enfoca específicamente en garantizar la seguridad del agua potable destinada al consumo humano. Define el agua potable como aquella que cumple con las condiciones necesarias para ser segura y saludable en su uso en actividades cotidianas, como beber, cocinar y asearse. Además, este decreto establece las responsabilidades de diversas entidades, desde empresas prestadoras de servicios hasta autoridades de salud y medio ambiente, para llevar a cabo el control y vigilancia de la calidad del agua a nivel local, departamental y nacional.

Por otro lado, el Decreto 1975 de 2015 aborda una perspectiva más amplia de la gestión del recurso hídrico. Este decreto regula todas las normas relacionadas con el agua en sus diferentes estados y cauces, considerando aspectos como el aprovechamiento, la protección y la declaración de reservas. Además, aborda las condiciones para la construcción de obras hidráulicas que garanticen un uso eficiente y responsable del agua.

En resumen, estos decretos son fundamentales para asegurar la calidad y disponibilidad del agua en Colombia, protegiendo tanto la salud de la población como la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos. Su cumplimiento es esencial para mantener un equilibrio entre las necesidades humanas y la conservación del medio ambiente en relación con este recurso vital.

## Vertimientos

Los vertimientos de aguas residuales son un tema crucial en la gestión ambiental y la regulación de la calidad del agua en Colombia. Estos vertimientos son el resultado de las actividades humanas y pueden tener un impacto significativo en la calidad del agua y el medio ambiente si no se gestionan adecuadamente.

El Decreto 1975 de 2015 establece una clasificación de los vertimientos en función de su uso, reconociendo tres categorías principales:

**a) Doméstico y municipal:** estos vertimientos provienen de fuentes como viviendas, edificios públicos, y otras instalaciones de tipo municipal. Se espera que las aguas residuales domésticas sean tratadas adecuadamente antes de su vertimiento, para evitar la contaminación de cuerpos de agua.

**b) Agrícola, riego y drenaje:** en el contexto agrícola, se pueden generar vertimientos relacionados con el riego y el drenaje de tierras de cultivo. Estos vertimientos deben ser gestionados de manera que no causen daños al suelo ni a las fuentes de agua cercanas.

**c) Industrial:** las actividades industriales suelen generar aguas residuales con una variedad de contaminantes, desde químicos hasta materia orgánica. La regulación de los vertimientos industriales es especialmente importante para prevenir la contaminación del agua y garantizar que las empresas cumplan con estándares ambientales.

El Decreto también establece disposiciones relacionadas con concesiones y permisos para realizar vertimientos, prohibiciones de ciertas prácticas perjudiciales para el agua, sanciones en caso de incumplimiento, caducidad de permisos, y sistemas de control y vigilancia para monitorear y hacer cumplir estas regulaciones.

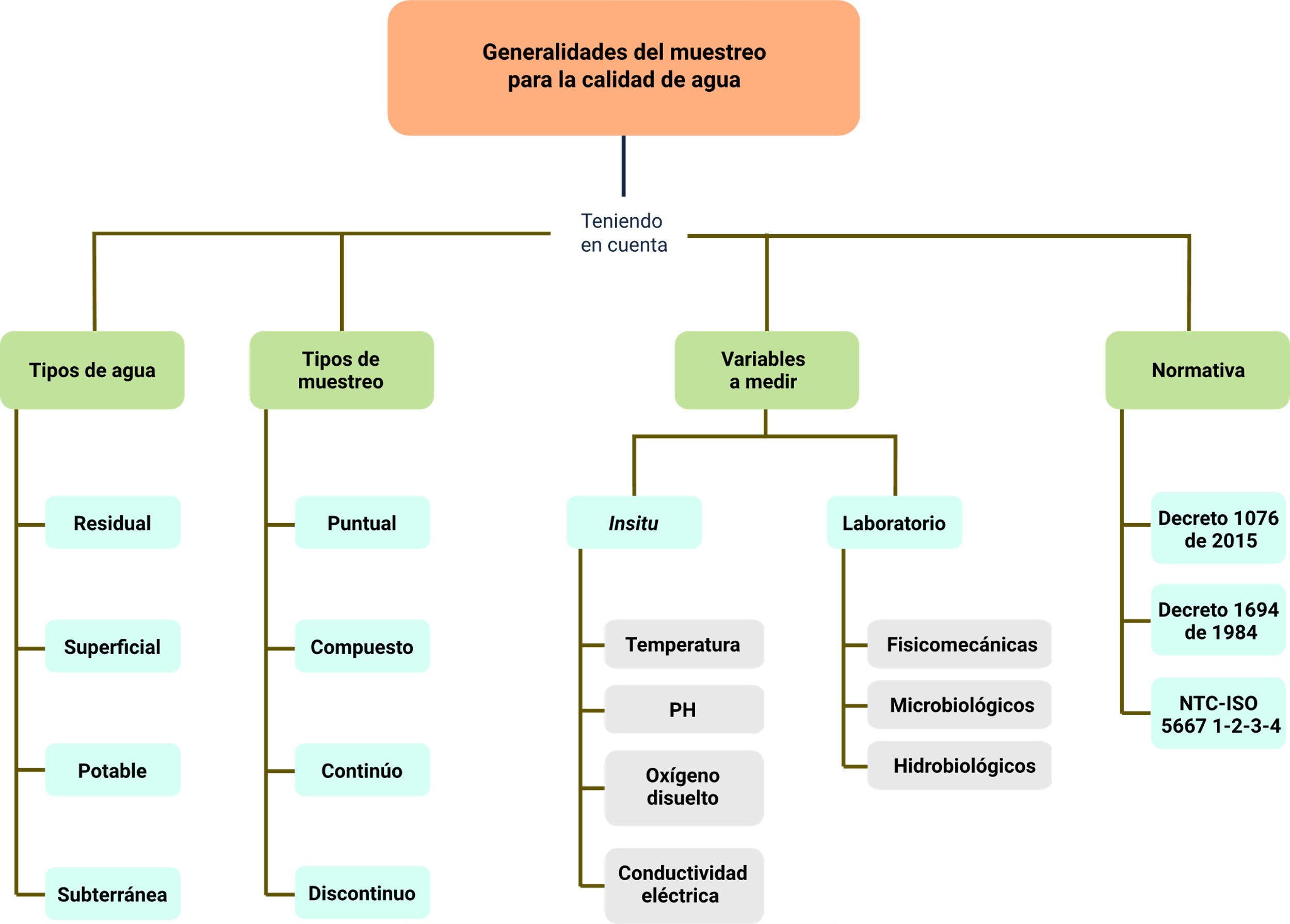
Es fundamental contar con una regulación y normativa sólida que establezca los parámetros de calidad del agua y las pautas para los vertimientos, con el fin de proteger tanto la salud pública como el medio ambiente en Colombia. Aquí se presenta un resumen de algunas de las normas más relevantes asociadas a estos aspectos:

**Tabla 6.** Normas asociadas a parámetros de calidad y vertimiento de agua

| Norma | Descripción |
| --- | --- |
| Decreto 2811 de 1974 | Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. |
| Decreto 475 de 1998 | Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable. |
| Decreto 1575 de 2007 | por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. |
| Resolución 2115 de 2007 | Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. |
| Resolución 1207 de 2014 | Por el cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas. |
| Resolución 631 DE 2015 | Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. |
| Decreto 1076 de 2015 | Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible. |

Síntesis

A continuación, se describe el tema principal del componente formativo Generalidades del muestreo para calidad de agua, que es una práctica fundamental en el monitoreo y evaluación de la salud ambiental. Consiste en la recolección representativa de muestras de agua en diferentes puntos y momentos para analizar sus propiedades físicas, químicas y biológicas. El objetivo principal es obtener datos confiables que permitan evaluar y controlar la calidad del agua, identificando posibles contaminantes y tomando medidas preventivas o correctivas. El muestreo debe realizarse siguiendo protocolos estandarizados, considerando la ubicación de los puntos de muestreo, la frecuencia de recolección y las condiciones de preservación de las muestras. Además, es importante garantizar la trazabilidad de los datos y mantener la integridad de las muestras para obtener resultados precisos y válidos.



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** |
| --- | --- | --- | --- |
| Introducción | IDEAM- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2020). *Monitoreo integral del agua: cantidad y calidad.* [Video]. YouTube. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=FOI9yFnAzvA> |
| Muestreo agua superficial | Laboratorio Fisicoquímico de Aguas. Universidad de El Salvador. (2020)*. Muestreo de agua en río para análisis fisicoquímico y microbiológico.* [Video]. YouTube. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=teFQrY3PwOE> |
| Muestreo agua potable | Laboratorio Fisicoquímico de Aguas. Universidad de El Salvador. (2020). *Muestreo de agua potable para análisis fisicoquímico y microbiológico.* [Video]. YouTube. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=01oKI2GvVmI> |
| Muestreo agua residual | Laboratorio Fisicoquímico de Aguas. Universidad de El Salvador. (2020). *Muestreo de aguas residuales para análisis fisicoquímico.* [Video]. YouTube. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=OZQi3DLogqE> |

Glosario

**Agua potable:** tipo de agua encontrada en las residencias de las personas y en el área urbana.

**Agua residual:** tipo de agua que proviene de las actividades antropogénicas que pueden ser domésticas, urbanas e industriales y que, para su retorno al ambiente, es necesario realizar un respectivo tratamiento, comúnmente se les llama vertimiento.

**Alícuota:** parte de una muestra individual o submuestra que se colecta en el sitio para realizar el muestreo compuesto o integrado.

**Fitoplancton:** conjunto de plantas microscópicas que flotan en el agua y forman parte del plancton.

**Muestreo de agua:** actividades que tienen que ver con realizar colectas de agua según unos objetivos señalados previamente.

**Niveles permisivos:** valores establecidos para fines de comparación con los resultados obtenidos.

**Trazabilidad:** procedimientos establecidos que rastrean la muestra para garantizar su confiabilidad.

**Zooplancton:** grupo de microorganismos animales que flotan en el agua y hacen parte del plancton.

Referencias bibliográficas

Icontec. (1995). NTC- ISO 5667-1 Calidad de agua. Muestreo. Directrices para el diseño de programas de muestreo. <https://tienda.icontec.org/gp-calidad-del-agua-muestreo-parte-1-directrices-para-el-diseno-de-programas-y-tecnicas-de-muestreo-ntc-iso5667-1-2010.html>

Icontec. (2004). Norma Técnica Colombiana NTC- ISO 5667- 3. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Directrices para la preservación y manejo de las muestras. <https://tienda.icontec.org/gp-calidad-del-agua-muestreo-parte-3-directrices-para-la-preservacion-y-manejo-de-las-muestras-ntc-iso5667-3-2004.html>

Icontec. (1995). NTC- ISO 5667-1 Calidad de agua. Muestreo. Directrices para el diseño de programas de muestreo. <https://vdocuments.mx/ntc-iso-5667-2.html?page=1https://tienda.icontec.org>

MADS. (2017). Estrategia nacional para la implementación del sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos- SGA- en Colombia. <https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/2.-estrategia-nacional-sga-2017.pdf>

MADS. (2015). Decreto 1076 de 2015 por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Marín, G., R. (2022). Características físicas, químicas y biológicas de las aguas. <https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/componente48099.pdf>

OMS. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

Créditos

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nombre** | **Cargo** | **Regional y Centro de Formación.** |
| Claudia Patricia Aristizabal | Responsable del Equipo | Dirección General |
| Norma Constanza Morales Cruz | Responsable de Línea de producción | Regional Tolima -  Centro de Comercio y Servicios |
| Diana Carolina Sánchez Rodríguez | Experto temático | Regional Tolima -  Centro Agropecuario La Granja. |
| Gustavo Santis Mancipe | Diseñador Instruccional | Regional Distrito Capital -  Centro de Gestión Industrial. |
| Carolina Coca Salazar | Asesora Metodológica | Regional Distrito Capital -  Centro de Diseño y Metrología. |
| Rafael Neftalí Lizcano Reyes | Responsable Equipo Desarrollo Curricular | Regional Santander -Centro Industrial del Diseño y la Manufactura. |
| José Gabriel Ortiz Abella | Corrector de estilo | Regional Distrito Capital -  Centro de Diseño y Metrología. |
| Jaslyth Juliana Eraso Casanova | Experta Temática | Regional Putumayo -  Centro Agroforestal y Acuícola Arapaima. |
| Sergio Augusto Ardila Ortiz | Diseñador instruccional | Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios |
| Viviana Esperanza Herrera Quiñonez | Metodóloga | Regional Tolima -  Centro de Comercio y Servicios |
| Luis Fernando Botero Mendoza | Diseñador de Contenidos Digitales | Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios |
| Veimar Celis Melendez | Desarrollador Fullstack | Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios |
| Gilberto Junior Rodríguez Rodríguez | Storyboard de Ilustración | Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios |
| Maria Alejandra Briceño Vera | Producción | Regional Tolima -  Centro de Comercio y Servicios |
| Nelson Iván Vera Briceño | Produccióon audiovisual | Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios |
| Oleg Litvin | Animador | Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios |
| Veimar Celis Melendez | Actividad Didáctica | Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios |
| Gilberto Naranjo Farfán | Validación de contenidos accesibles | Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios |
| Javier Mauricio Oviedo | Validación y vinculación en plataforma LMS | Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios |