



Tratamiento del agua potable en Colombia

Temas

1. Normatividad vigente.
2. Sistemas de tratamiento.
3. Medición de parámetros.
4. Evaluación de IRCA.



SEBASTIÁN PINZÓN

Experiencia en laboratorios de análisis de Hidrocarburos, farmacéuticos y aguas.



Martes 14 de Diciembre
Desde las 5:00pm

¡INSCRÍBETE GRATIS!



Contáctanos

(+57) 315 317 4449



Consideraciones sobre el tratamiento de agua potable en Colombia

Temática:

1. Normatividad
2. Sistemas de tratamiento
3. Medición de parámetros
4. Evaluación de IRCA



Sebastian Pinzón

Consultor Científico

sebastian.pinzon@hannacolombia.com

(57) 3162524198

📍 Bogotá D.C.

www.hannacolombia.com



CONCEPTOS

- Agua
- Agua Potable
- Contaminación
- Agua superficial
- Agua subterránea
- PTAP



**El tratamiento
del agua potable:
un camino hacia
la mejora radical de
la salud pública**

Importancia del agua

La Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos.

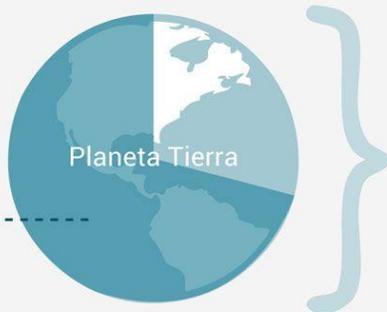


www.hannacolombia.com

 **HANNA**
instruments

EL AGUA EN EL MUNDO

70%
de su superficie
está cubierta de agua



97.5%
es agua salada



2.5%
es agua dulce



DEL TOTAL DE **AGUA DULCE** EN EL MUNDO

70%



son glaciares, nieve
o hielo

casi el
30%



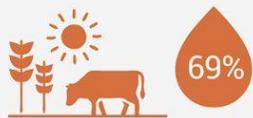
son aguas subterráneas
de difícil acceso

menos del
1%



es agua disponible para
consumo humano y los
ecosistemas

SU EXTRACCIÓN POR **USO** ES



69%

Sector Agropecuario



19%

Sector Industrial



12%

Sector Municipal



GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD Y LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA Y EL SANEAMIENTO PARA TODOS

ANTES DE LA COVID-19

A PESAR DE LOS AVANCES,
MILES DE MILLONES
CARECEN DE SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO



2.200 MILLONES DE PERSONAS
CARECEN DE AGUA POTABLE
GESTIONADA DE MANERA SEGURA
(2017)



4.200 MILLONES DE PERSONAS
CARECEN DE SANEAMIENTO
GESTIONADO DE MANERA SEGURA
(2017)



DOS DE CADA CINCO

CENTROS DE SALUD
EN EL MUNDO

CARECEN

DE JABÓN Y AGUA Y DE
DESINFECTANTES DE MANOS
A BASE DE ALCOHOL
(2016)



CONSECUENCIAS DE LA COVID-19



3.000 MILLONES
DE PERSONAS EN EL MUNDO

CARECEN DE INSTALACIONES BÁSICAS
PARA LAVARSE LAS MANOS EN EL HOGAR

↓ ↓ ↓
EL MÉTODO MÁS EFECTIVO PARA
LA PREVENCIÓN DE LA COVID-19



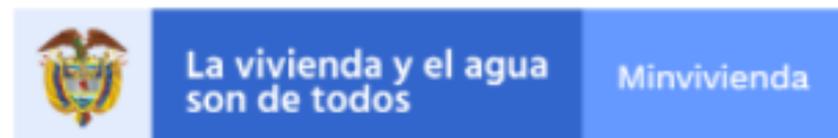
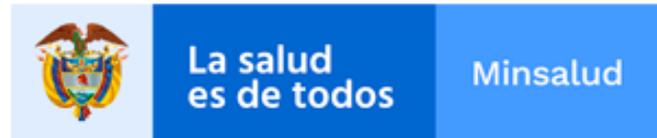
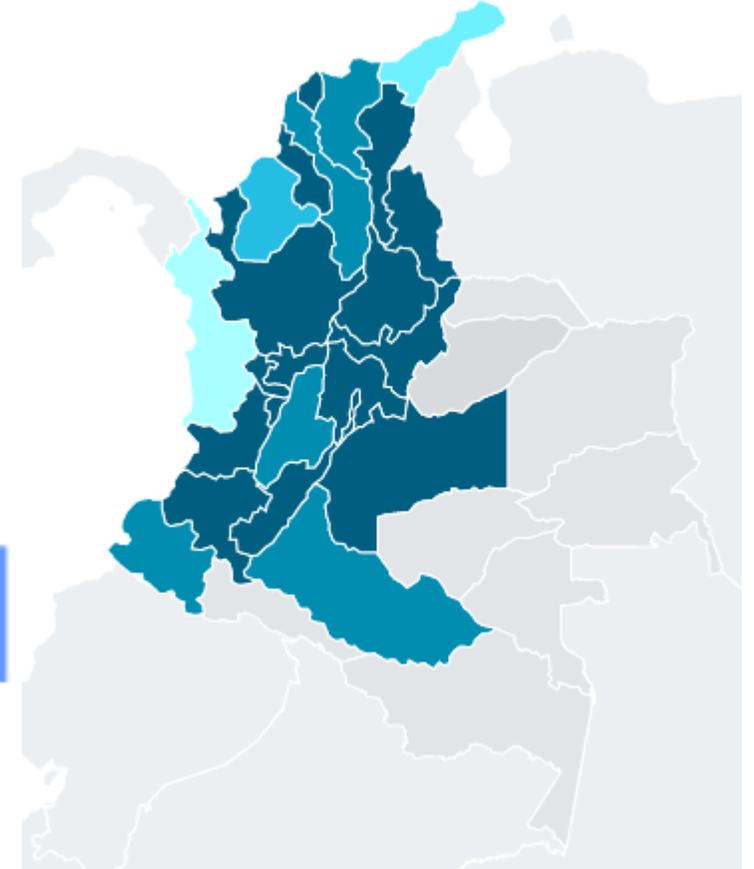
LA ESCASEZ DE AGUA
PODRÍA DESPLAZAR UNOS
700 MILLONES DE PERSONAS
PARA EL AÑO 2030



ALGUNOS PAÍSES MOSTRARON
UN DÉFICIT DEL **61%** PARA ALCANZAR LAS METAS
VICNULADAS AL AGUA Y AL SANEAMIENTO

El agua potable en Colombia

Todas las personas deben poder acceder al servicio de acueducto en condiciones de cantidad y calidad suficientes y al Estado le corresponde organizar, dirigir, reglamentar y garantizar su prestación de conformidad con los principios de eficiencia, universalidad y solidaridad.



www.hannacolombia.com





El futuro
es de todos

DNP
Departamento
Nacional de Planeación

OBJETIVOS
DE DESARROLLO
SOSTENIBLE

6. Agua limpia y saneamiento

**SOLUCIONES DE AGUA
POTABLE**

**INFRAESTRUCTURA DE
ALCANTARILLADO**

**INFRAESTRUCTURA DE
ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO ZONA
RURAL**

www.hannacolombia.com



Metas del Objetivo



- Agua potable segura y asequible



- Erradicar la Defecación al aire libre y Proporcionar Acceso a Saneamiento e Higiene

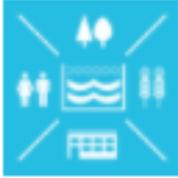


- Mejorar la calidad del agua, el tratamiento de aguas residuales y la reutilización segura



- Aumentar la eficiencia en el uso del agua y asegurar los suministros de agua dulce

Metas del Objetivo



- Gestión integrada de los recursos hídricos y cooperación transfronteriza



- Proteger y Restaurar los Ecosistemas Hídricos de agua dulce



- Ampliar el apoyo en materia de agua y saneamiento para los países en desarrollo



- Apoyar el compromiso local en el manejo de agua y saneamiento

www.hannacolombia.com

Relación de la calidad del agua para consumo humano y la incidencia de enfermedad diarreica aguda

Según la OMS, cerca de 2 millones de personas, la mayoría de ellos niños menores de cinco años, mueren todos los años debido a enfermedades diarreicas.



Se calcula que unas 842 000 personas mueren cada año de diarrea como consecuencia de la insalubridad del agua, saneamiento insuficiente o mala higiene de las manos; la diarrea es ampliamente prevenible y la muerte de unos 361 000 niños menores de cinco años se podría prevenir cada año si se abordaran estos factores de riesgo

Calidad de Agua VS EDA



- SIVIGILA: Sistema de vigilancia en Salud Publica
- SIVICAP: Sistema de Información para la vigilancia de la Calidad del Agua Potable



GOBIERNO DE COLOMBIA

DECRETO 1575 DE 2007

Sistema para la protección y control de la Calidad del agua para consumo humano

Resolución 2115 de 2007

Características, instrumentos, frecuencias

IRCA - IRABA

Resolución 811 de 2008

Concertación de lugares y puntos de muestreo

Resolución 4716 de 2010

Elaboración, revisión y actualización

MAPAS DE RIESGO

Resolución 082 de 2009

Visitas de inspección sanitaria

BPS

Certificación Sanitaria

Normatividad



El ambiente
es de todos

Minambiente

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL

- Decreto 1575 de 2007: Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- RESOLUCION 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.

**RES.
2115
2007**

1

DEFINICIONES

2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA

3

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

4

**INSTRUMENTOS BÁSICOS PARA GARANTIZAR
LA CALIDAD DEL AGUA**

5

**CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA
CONSUMO HUMANO**

6

**PROCESOS BÁSICOS DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA
PARA CONSUMO HUMANO POR AUTORIDAD SANITARIA**

7

PLAZOS

DEFINICIONES

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA:

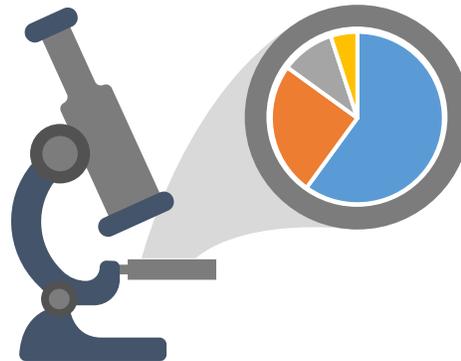
Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos

ANÁLISIS BÁSICOS:

Es el procedimiento que se efectúa para determinar turbiedad, color aparente, pH, cloro residual libre o residual de desinfectante usado, coliformes totales y Escherichia coli.

ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS:

Es el procedimiento que se efectúa para las determinaciones físicas, químicas y microbiológicas no contempladas en el análisis básico, que se enuncian en la presente Resolución y todas aquellas que se identifiquen en el mapa de riesgo.



CARACTERÍSTICA:

Término usado para identificar elementos, compuestos, sustancias y microorganismos presentes en el agua para consumo humano.

TRATAMIENTO O POTABILIZACIÓN

Es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla apta para el consumo humano

VALOR ACEPTABLE

Es el establecido para la concentración de un componente o sustancia, que garantiza que el agua para consumo humano no representa riesgos conocidos a la salud.

ART. 2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Cuadro N°. 1 Características Físicas

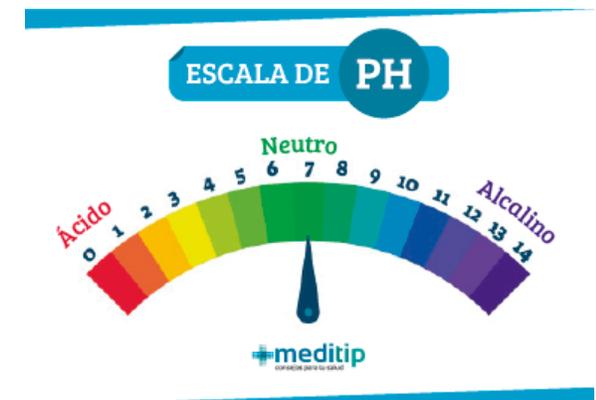
| Características físicas | Expresadas como | Valor máximo aceptable |
|-------------------------|--|------------------------|
| Color aparente | Unidades de Platino Cobalto (UPC) | 15 |
| Olor y Sabor | Aceptable ó no aceptable | Aceptable |
| Turbiedad | Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT) | 2 |



ART. 3 CONDUCTIVIDAD



ART. 4 pH



ART.5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SUSTANCIAS QUE TIENEN RECONOCIDO EFECTO ADVERSO EN LA SALUD HUMANA

Cuadro N°. 2 Características Químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana



| Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias | Expresados como | Valor máximo aceptable (mg/L) |
|---|-----------------|-------------------------------|
| Antimonio | Sb | 0,02 |
| Arsénico | As | 0,01 |
| Bario | Ba | 0,7 |
| Cadmio | Cd | 0,003 |
| Cianuro libre y disociable | CN ⁻ | 0,05 |
| Cobre | Cu | 1,0 |
| Cromo total | Cr | 0,05 |
| Mercurio | Hg | 0,001 |
| Níquel | Ni | 0,02 |
| Plomo | Pb | 0,01 |
| Selenio | Se | 0,01 |
| Trihalometanos Totales | THMs | 0,2 |
| Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) | HAP | 0,01 |

ART. 6 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SUSTANCIAS QUE TIENEN IMPLICACIONES SOBRE LA SALUD HUMANA.



Cuadro N°. 3 Características Químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana

| Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana | Expresados como | Valor máximo aceptable (mg/L) |
|--|-----------------|-------------------------------|
| Carbono Orgánico Total | COT | 5,0 |
| Nitritos | NO_2^- | 0,1 |
| Nitratos | NO_3^- | 10 |
| Fluoruros | F^- | 1,0 |

ART. 7 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS QUE TIENEN CONSECUENCIAS ECONÓMICAS E INDIRECTAS SOBRE LA SALUD HUMANA

Cuadro N°. 4 Características Químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana



| Elementos y compuestos químicos que tienen implicaciones de tipo económico | Expresadas como | Valor máximo aceptable (mg/L) |
|--|-------------------------------|-------------------------------|
| Calcio | Ca | 60 |
| Alcalinidad Total | CaCO ₃ | 200 |
| Cloruros | Cl ⁻ | 250 |
| Aluminio | Al ³⁺ | 0,2 |
| Dureza Total | CaCO ₃ | 300 |
| Hierro Total | Fe | 0,3 |
| Magnesio | Mg | 36 |
| Manganeso | Mn | 0,1 |
| Molibdeno | Mo | 0,07 |
| Sulfatos | SO ₄ ²⁻ | 250 |
| Zinc | Zn | 3 |
| Fosfatos | PO ₄ ³⁻ | 0,5 |

ARTÍCULO 9º.- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE OTRAS SUSTANCIAS UTILIZADAS EN LA POTABILIZACIÓN.



Sulfato de aluminio (coagulante)



Cloro Residual Libre



Cal

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

ARTÍCULO 10º.- TÉCNICAS PARA REALIZAR ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.

PARA ESCHERICHIA COLI Y COLIFORMES TOTALES:

Filtración por membrana, Sustrato Definido, enzima sustrato y presencia – ausencia

PARA GIARDIA Y CRYPTOSPORIDIUM

Las técnicas y metodologías de análisis para estos microorganismos deben ser validadas por el Instituto Nacional de Salud – INS - o revalidadas por éste con base en documentos soporte de organismos internacionales que presenten los solicitantes.

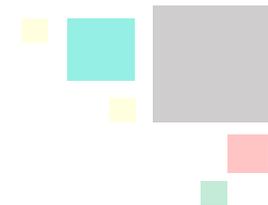


ARTÍCULO 11º.- CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS.

| Técnicas utilizadas | Coliformes Totales | Escherichia coli |
|-------------------------|--|--|
| Filtración por membrana | 0 UFC/100 cm ³ | 0 UFC/100 cm ³ |
| Enzima Sustrato | < de 1 microorganismo en 100 cm ³ | < de 1 microorganismo en 100 cm ³ |
| Sustrato Definido | 0 microorganismo en 100 cm ³ | 0 microorganismo en 100 cm ³ |
| Presencia – Ausencia | Ausencia en 100 cm ³ | Ausencia en 100 cm ³ |

Cuadro N°.5 Características microbiológicas
UFC: Unidades Formadoras de Colonias

CAPÍTULO IV



INSTRUMENTOS BÁSICOS PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

ARTÍCULO 13º.- ÍNDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO – IRCA.-.

| Característica | Puntaje de riesgo |
|---------------------------------|-------------------|
| Nitratos | 1 |
| Nitritos | 3 |
| Aluminio (Al ³⁺) | 3 |
| Fluoruros | 1 |
| COT | 3 |
| Coliformes Totales | 15 |
| Escherichia Coli | 25 |
| Sumatoria de puntajes asignados | 100 |

| Característica | Puntaje de riesgo |
|----------------------|-------------------|
| Color Aparente | 6 |
| Turbiedad | 15 |
| pH | 1.5 |
| Cloro Residual Libre | 15 |
| Alcalinidad Total | 1 |
| Calcio | 1 |
| Fosfatos | 1 |
| Manganeso | 1 |
| Molibdeno | 1 |
| Magnesio | 1 |
| Zinc | 1 |
| Dureza Total | 1 |
| Sulfatos | 1 |
| Hierro Total | 1.5 |
| Cloruros | 1 |

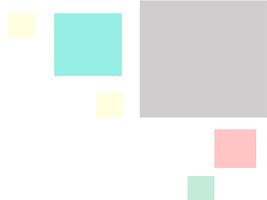
• ARTÍCULO 14º.- CÁLCULO DEL IRCA

El IRCA por muestra:

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\Sigma \text{ puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\Sigma \text{ puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$$

El IRCA mensual:

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\Sigma \text{ de los IRCAs obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\text{Número total de muestras realizadas en el mes}}$$



| Clasificación IRCA (%) | Nivel de Riesgo | IRCA por muestra (notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata) | IRCA mensual (acciones para mejora de la calidad) |
|------------------------|------------------------------|---|--|
| 80,1 -100 | INVIABLE SANITARI- AMENTE | Informar a la persona prestadora, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, Minsalud, INS, Minvivienda, Contraloría General y Procuraduría General. | Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional. |
| 35,1 - 80 | ALTO | Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD. | Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos. |
| 14,1 - 35 | MEDIO | Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde y Gobernador. | Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora. |
| 5,1 - 14 | BAJO | Informar a la persona prestadora y al COVE. | Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento. |
| 0 - 5 | SIN RIESGO | Continuar el control y la vigilancia. | Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia. |

Cuadro N°. 7 Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual y acciones que deben adelantarse

Potabilización del agua

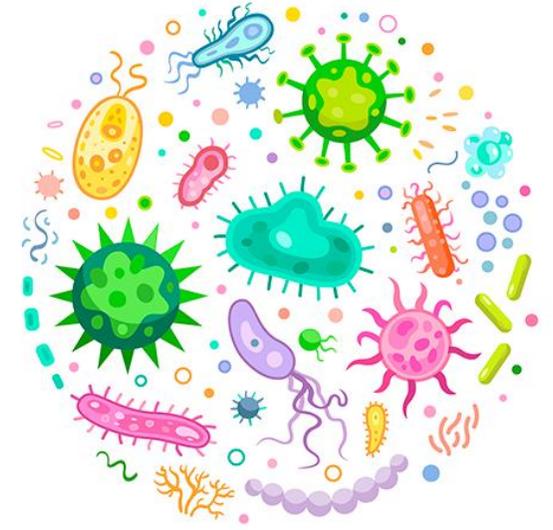
La finalidad principal de la potabilización del agua es la protección de la salud pública.



Las enfermedades relacionadas con la contaminación del agua de consumo tienen una gran repercusión en la salud de las personas. Las medidas destinadas a mejorar la calidad del agua de consumo proporcionan beneficios significativos para la salud.

Aspectos Microbiológicos

- Si no se garantiza la seguridad del agua, la comunidad puede quedar expuesta al riesgo de brotes de enfermedades intestinales y otras enfermedades infecciosas. Es particularmente importante evitar los brotes de enfermedades transmitidas por el agua de consumo, dada su capacidad de infectar simultáneamente a un gran número de personas y, potencialmente, a una gran proporción de la comunidad.



Desinfección



La desinfección constituye una barrera eficaz para numerosos patógenos (especialmente las bacterias) durante el tratamiento del agua de consumo y debe utilizarse tanto en aguas superficiales como en aguas subterráneas expuestas a la contaminación fecal. La desinfección residual se utiliza como protección parcial contra la contaminación con concentraciones bajas de microorganismos y su proliferación en el sistema de distribución.

Aspectos físico químicos

Los riesgos para la salud asociados a los componentes químicos del agua de consumo son distintos de los asociados a la contaminación microbiana y se deben principalmente a la capacidad de los componentes químicos de producir efectos adversos sobre la salud tras periodos de exposición prolongados. Pocos componentes químicos del agua pueden ocasionar problemas de salud como resultado de una exposición única

Tratamiento - Cloración



La cloración puede realizarse mediante gas cloro licuado, solución de hipoclorito sódico o gránulos de hipoclorito cálcico, y mediante generadores de cloro in situ.

El cloro, ya sea en forma de gas cloro de un cilindro, de hipoclorito sódico o de hipoclorito cálcico, se disuelve en el agua y forma ión hipoclorito (OCl^-) y ácido hipocloroso (HOCl).

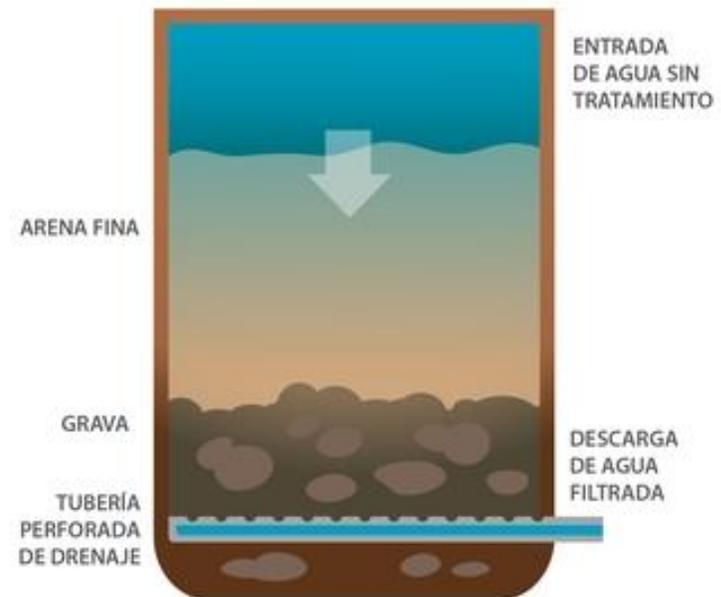
La finalidad principal de la cloración es la desinfección microbiana. No obstante, el cloro actúa también como oxidante y puede eliminar o ayudar a eliminar algunas sustancias químicas; por ejemplo, puede descomponer los plaguicidas fácilmente oxidables

Filtración

Las partículas pueden separarse de las aguas brutas mediante filtros rápidos por gravedad, horizontales, o a presión, o filtros lentos de arena.

La mayoría de los sistemas de filtración usan el “retrolavado” para limpiar el sistema. Esto produce aguas de desecho que se deben manejar adecuadamente.

FILTRACIÓN LENTA CON ARENA



Aeración



Los procesos de aeración están diseñados para retirar los gases y compuestos volátiles mediante arrastre con aire. La transferencia de oxígeno puede efectuarse habitualmente mediante una simple cascada o por difusión de aire al agua, sin necesidad de equipos complejos. No obstante, para el arrastre de gases o compuestos volátiles puede ser necesaria una planta especializada que proporcione una transferencia de masa alta de la fase líquida a la gaseosa.

www.hannacolombia.com

Coagulación y floculación

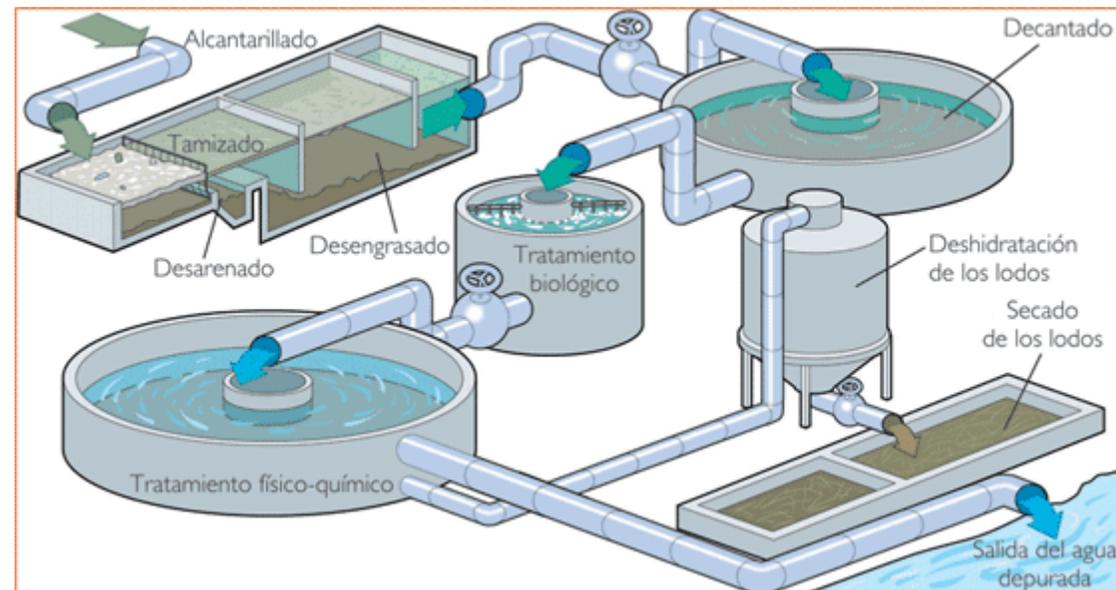
El tratamiento fisicoquímico compuesto por una fase de coagulación y otra de floculación tiene como objetivo la alteración del estado físico de estas sustancias mediante la adición de productos químicos para convertirlas en partículas capaces de ser separadas por sedimentación o flotación.

Concretamente, consiste en adicionar compuestos para neutralizar la carga del coloide y romper su estabilidad. En el primer paso, la coagulación, se desestabilizan los coloides por neutralización de sus cargas, dando lugar a la formación de partículas de mayor tamaño. Posteriormente, en la floculación, se unen los coágulos para aumentar su volumen.



Tipos de Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)

Plantas de Tratamiento de Agua Potable Convencionales: En estas plantas, cada uno de los procesos presentes en la potabilización se generan en estructuras diferentes, está conformada por canales, floculadores, sedimentadores y filtros, los tiempos de residencia del recurso son muy altos.



Tipos de Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)

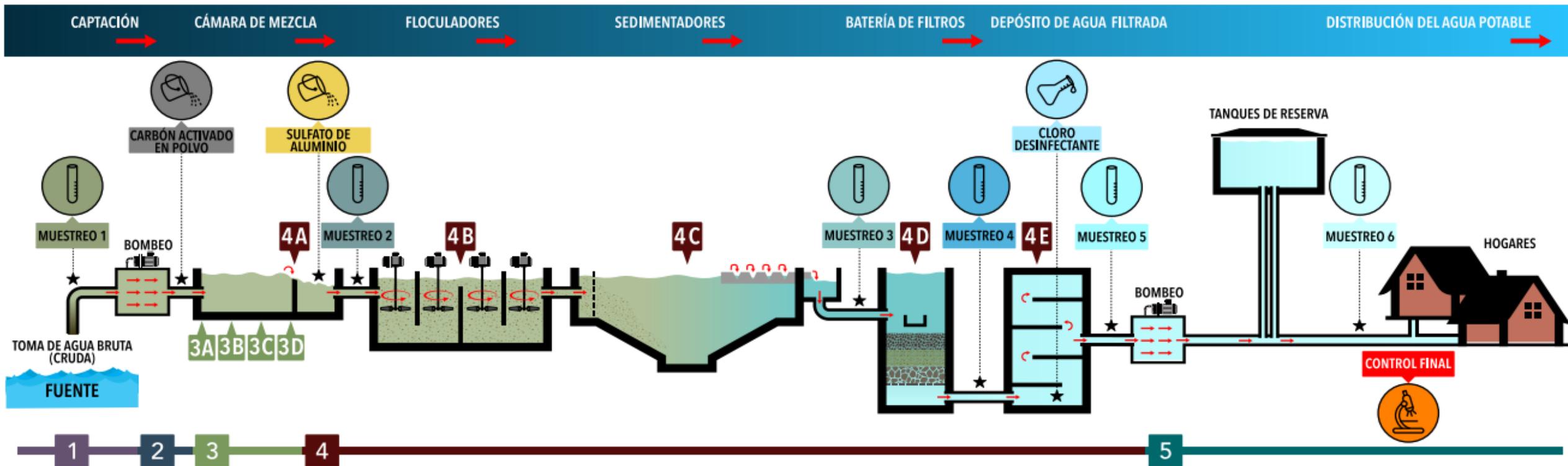
Plantas de Tratamiento Compactas:

Son plantas potabilizadoras de agua donde los procesos de coagulación, floculación y sedimentación ocurren en una misma unidad para posteriormente enviar el agua ya tratada hacia los filtros, el tiempo de residencia del recurso en este tipo de plantas son bajos.



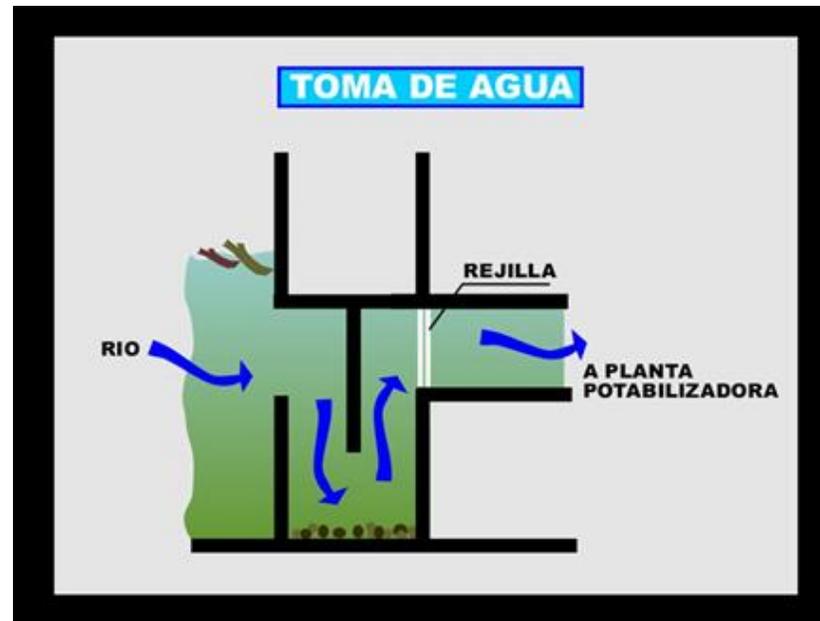
PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA

La potabilización del agua se realiza mediante dos tipos de procesos: uno físico y otro químico, en distintas etapas que describimos a continuación:



¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

Captación del Recurso que se va a tratar: En este punto de captación, se emplea una reja que ayude a impedir el ingreso a la planta de elementos de gran tamaño como ramas, troncos, animales como peces, entre otros.



¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

Desarenador: Permite sedimentar las arenas que se encuentran suspendidas en el agua con el fin de evitar el daño de las bombas presentes en la planta.

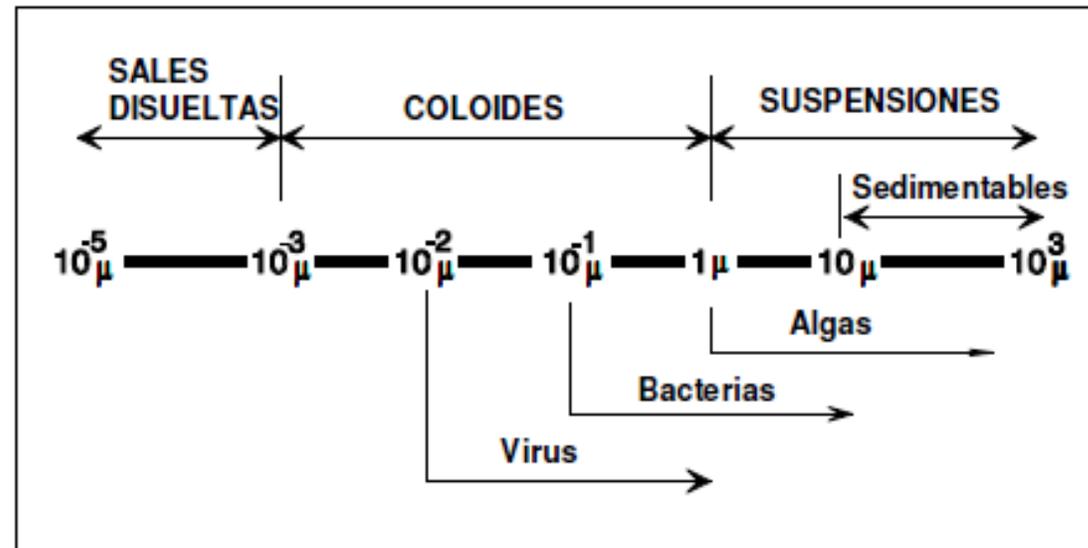


La captación, el desarenado y desripado se denominan procesos físicos del tratamiento de agua potable.

¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

TIPOS DE PARTÍCULAS SÓLIDAS EN EL AGUA

El contenido de sólidos totales de un agua, natural o residual, es uno de los parámetros físicos más importantes. Los sólidos totales están compuestos por materias flotantes, materia en suspensión, en dispersión coloidal y en disolución.

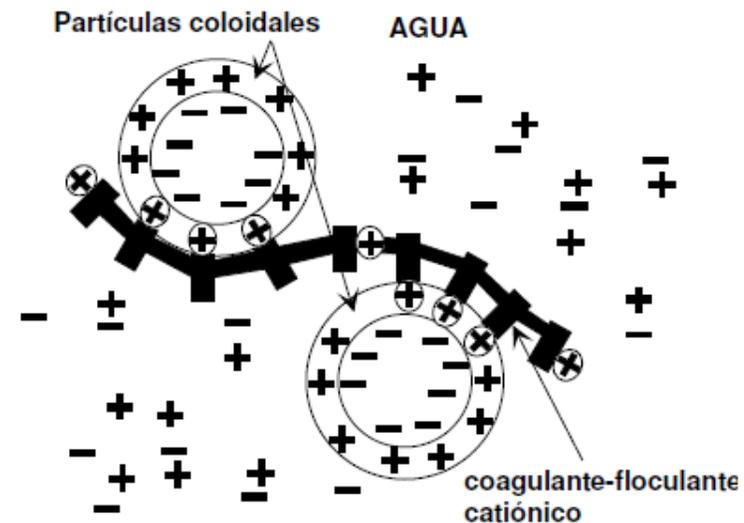
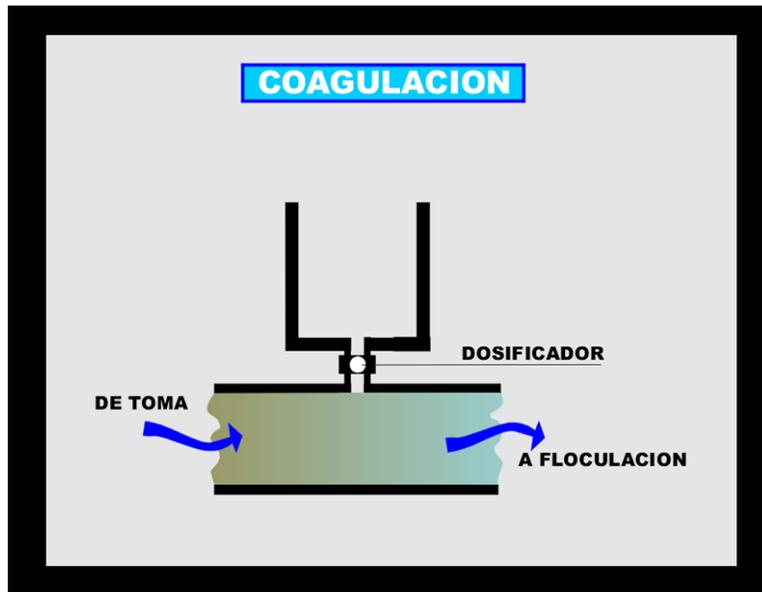


Clasificación e intervalo de tamaños de partículas presentes en el agua

¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA

Coagulación: consiste en hacer pasar el agua cruda, turbia a través de un canal donde en fracciones de segundos se mezcla con un coagulante como el sulfato de aluminio, y además con polímeros, que son en general elementos aglomerantes de partículas.



Esquema del funcionamiento de los reactivos de coagulación y floculación

¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

AGENTES COAGULANTES

Coagulantes convencionales: Los coagulantes más comunes que se usan en el tratamiento de aguas son compuestos inorgánicos de aluminio o hierro como el sulfato de aluminio, aluminato de sodio, sulfato ferroso, sulfato férrico y cloruro férrico.



¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

AGENTES COAGULANTES

Coagulantes alternativos (PAC`s)

Los flóculos de PAC`s tienden a ser grupos de pequeñas esferas y/o estructuras tipo cadena con tamaño menor a 25 mm, mientras que los flóculos de sulfato de aluminio son usualmente estructuras esponjosas y porosas con tamaño de 25 a 100 mm.



Esta diferencia estructural hace que los PAC`s produzcan una menor turbiedad en suspensión que el sulfato de aluminio.

¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

| Criterio | Sulfato de Aluminio | PAC's |
|----------------------------|---|---|
| <i>Temperatura</i> | La temperatura afecta la hidrólisis y, por ende, la producción de complejos hidróxilos cargados positivamente esenciales para la coagulación. | Menor efecto de la temperatura por la presencia de formas de aluminio prepolimerizadas. |
| <i>pH</i> | El rango de pH controla cuál especie de hidróxido de aluminio se produce. | Se espera menor impacto del pH por la presencia de formas de aluminio prepolimerizadas. |
| <i>Especie de aluminio</i> | La mayoría de especies de aluminio son complejos hidróxilo monoméricos con una carga catiónica de +1 a +3. | Presencia de formas de aluminio monoméricas y poliméricas. |
| <i>Cinética</i> | Más lenta | Más rápida |

Comparación de características básicas entre sulfato de aluminio y policloruros de aluminio (PAC's).

Los PAC's son producidos adicionando una base al cloruro de aluminio hasta lograr la fórmula empírica $Al(OH)_nCl_{3-n}$

¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

PROCESO DE CLARIFICACIÓN CON HIDROXICLORURO DE ALUMINIO

Comparación de comportamiento de variables fisicoquímicas en un equipo de clarificación con dos tipos de coagulante.

| Variable | Tipo de proceso | |
|---------------------------------|---|---|
| | Sulfato de aluminio tipo B y cal (45 ppm) | Hidroxiclорuro de aluminio y soda cáustica (1%) |
| Variación pH (%) | 2.4 | 0.6 |
| Remoción Turbiedad (%) | 59.5 | 73.5 |
| Variación Alcalinidad Total (%) | 13.7 | 2.2 |
| Variación Dureza Total (%) | 18.8 | 1.8 |
| Variación Aluminio Residual (%) | 8.3 | -33.3 |

¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

PROCESO DE CLARIFICACIÓN CON HIDROXICLORURO DE ALUMINIO

Ejemplo de condiciones de operación de equipo de clarificación con dos tipos de coagulante.

| Variable | Tipo de proceso | |
|-------------------------------------|---|---|
| | Sulfato de aluminio tipo B y cal (45 ppm) | Hidroxiclорuro de aluminio y soda cáustica (1%) |
| Flujo agua cruda (L/min) | 350 | 350 |
| Flujo coagulante (mL/min) | 1081 | 7.3 |
| Flujo acondicionador de pH (mL/min) | 395 | 105 |
| Velocidad de agitación (RPM) | 6 | 4 |
| Lodos espesos (%) | 91.8 | 92.5 |
| Lodos livianos (%) | 15.5 | 15.5 |
| Sólidos disueltos (%) | 77.2 | 60.7 |
| Costo Global (\$/m ³) | 39.3 | 27.3 |

¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

Variables a considerar en el proceso de coagulación:

- **Flujos de coagulante y acondicionador de pH:** Los flujos de coagulante y acondicionador de pH a suministrar dependen de la concentración óptima determinada en las pruebas de jarras.
- **Velocidad de agitación:** está relacionada directamente con el número de colisiones entre las partículas suspendidas en el agua.

¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

Variables a considerar en el proceso de coagulación:

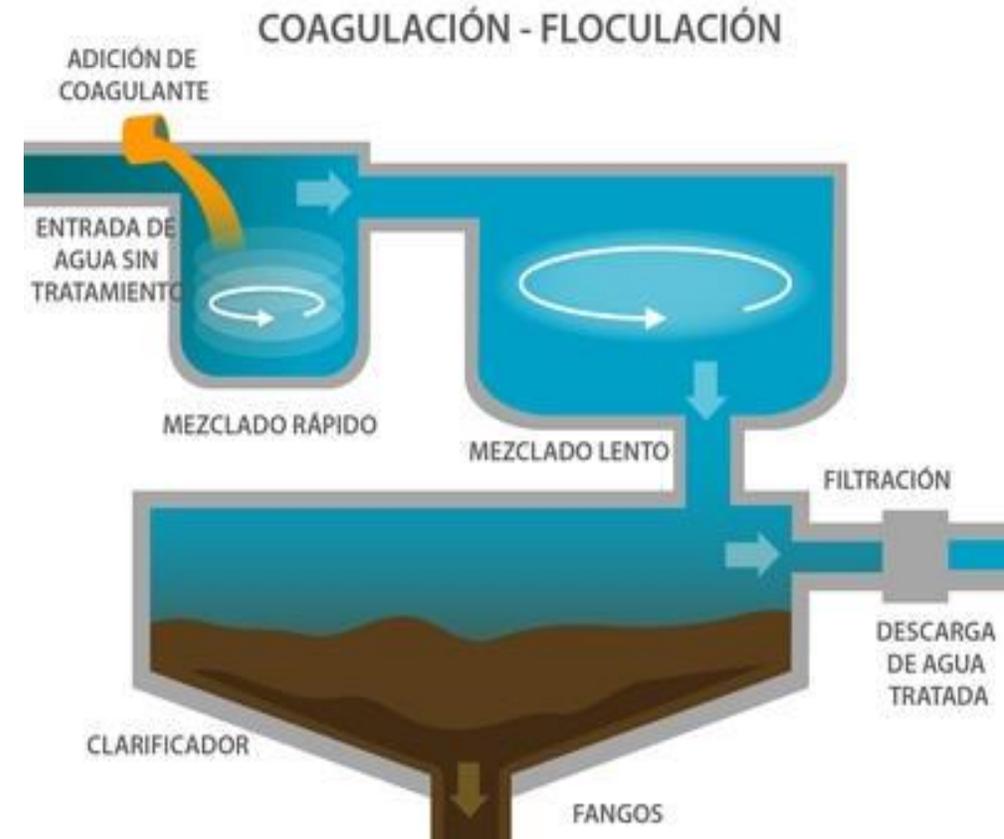
- **Sólidos disueltos totales:** está relacionada con la eficiencia de la floculación en la zona de clarificación.
- **Costos del tratamiento:** generalmente, el factor más importante para la selección de un coagulante y se calcula como el costo de las cantidades de coagulante y acondicionador de pH empleados por volumen (m^3) de agua tratada.

¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA

Floculación: consiste en someter el agua a una agitación, mezcla o movimiento lento que ayuda a la unión de varias moléculas, compuestas por los ingredientes químicos y las partículas de impurezas del agua (los grumos o coágulos), en otras mayores llamadas FLÓCULOS.

Esto se realiza en una unidad distinta a la anterior, compuesta por los “floculadores”, unos de acción mecánica y otros de acción “hidráulica”.

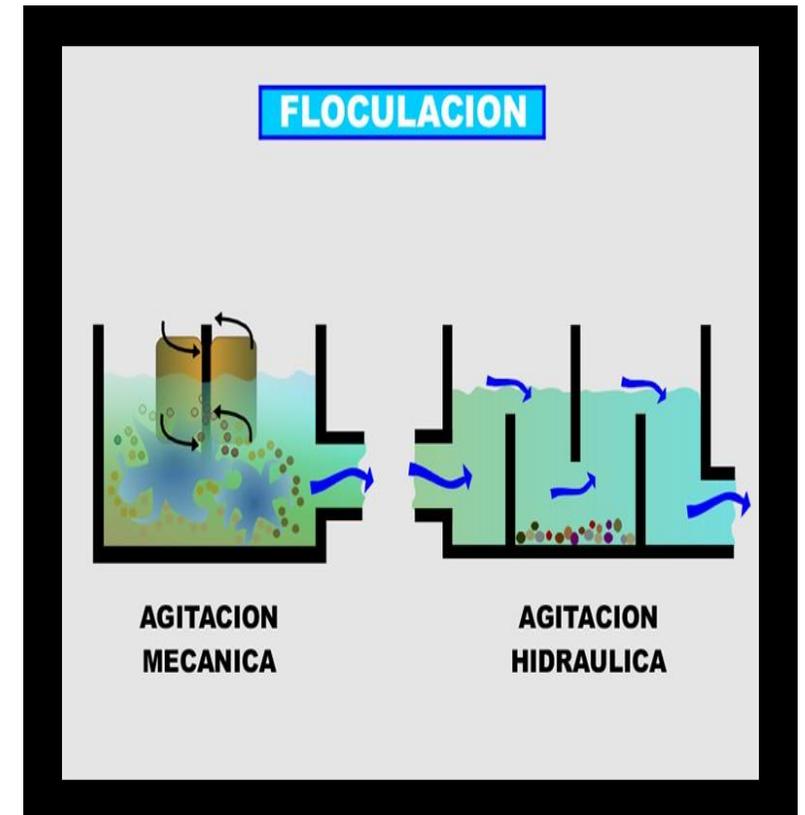


¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA

Floculación:

- **Agitación mecánica:** con agitadores de paletas rotativas y accionamiento a motor.
- **Agitación hidráulica:** donde el agua pasa a través de placas divisorias, subiendo y bajando por presión hidráulica.

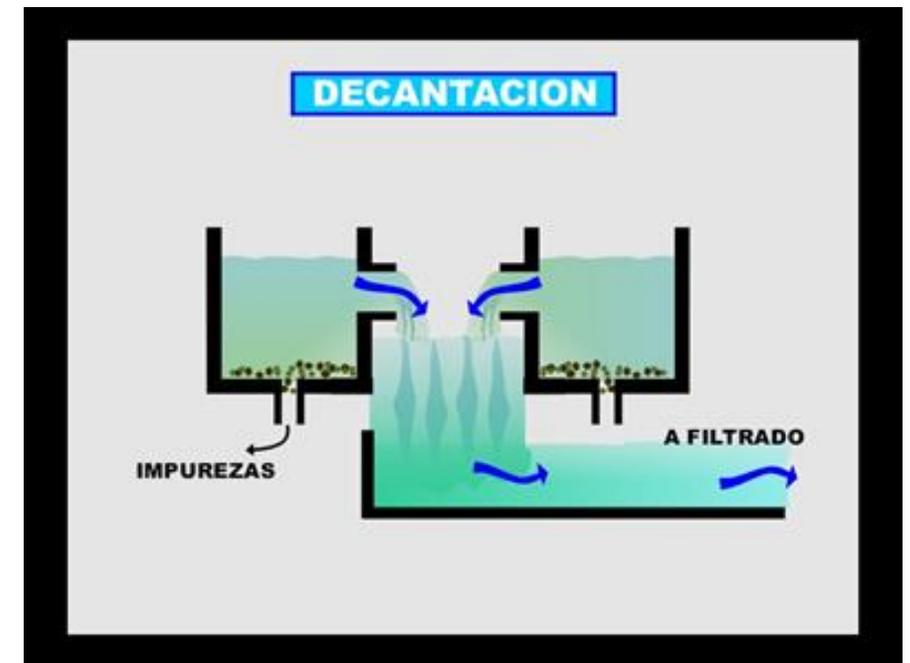


¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA

Proceso de decantación: después que el agua ha pasado por las unidades de floculación es conducida a estanques de “decantación”, cuya finalidad es la de permitir la caída (“precipitación” o “decantación”) de las partículas de impurezas, transformadas en “fóculos”, al fondo del estanque.

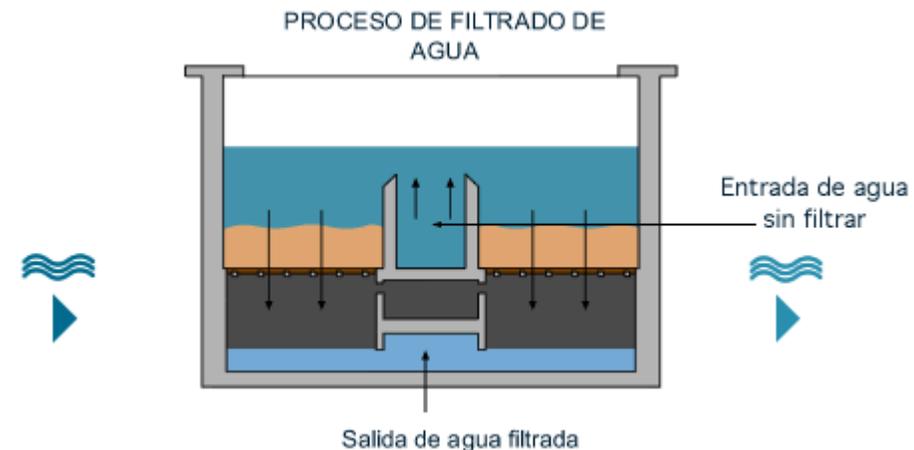
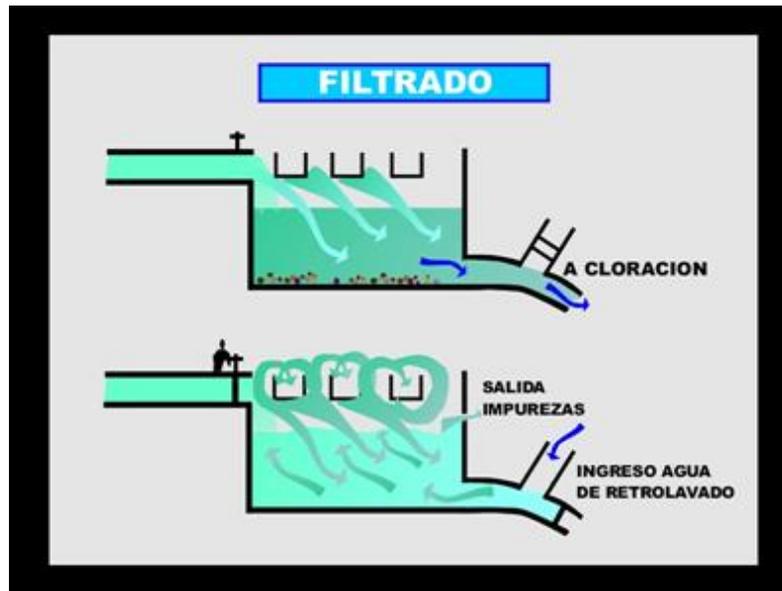
Para completar este proceso, el agua debe permanecer en estos estanques “decantadores” durante varias horas.



¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA

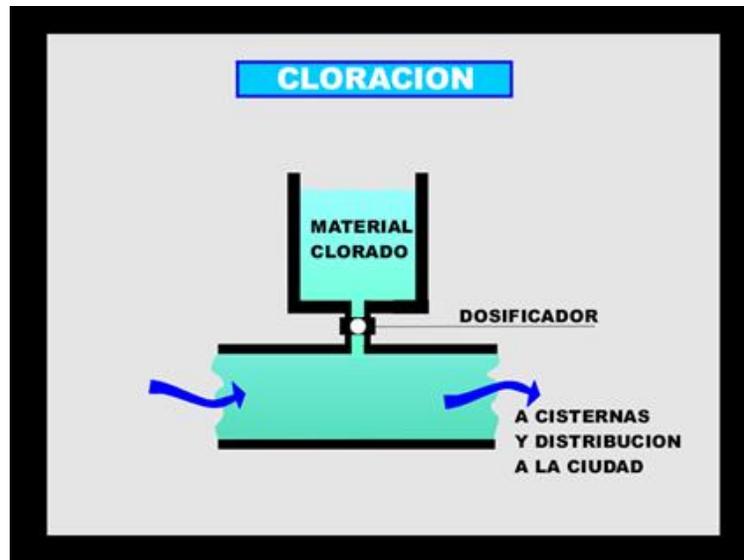
Filtración: El agua decantada se transporta hasta un filtro donde pasa a través de varias capas de arena de distinto grosor, en este punto del tratamiento, el recurso se encuentra prácticamente potable.



¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA

Cloración o Desinfección: Este proceso consiste en la inyección de cloro que permite destruir los últimos microorganismos que aún podrían encontrarse presentes en el agua. Con este proceso se consigue desinfectarla, prevenir contaminaciones en las redes de distribución y además servir como indicador de calidad.



¿Cómo funcionan las plantas de Tratamiento de Agua Potable?

EL CLORO Y SUS DERIVADOS

Los productos de la familia del cloro más habituales para realizar la desinfección del agua son: cloro gaseoso, hipoclorito sódico, hipoclorito cálcico.



Etapas del proceso de potabilización del agua mediante el cual se transforma el agua bruta (cruda) en agua potable



Distribución del agua potable

Medición de Parámetros

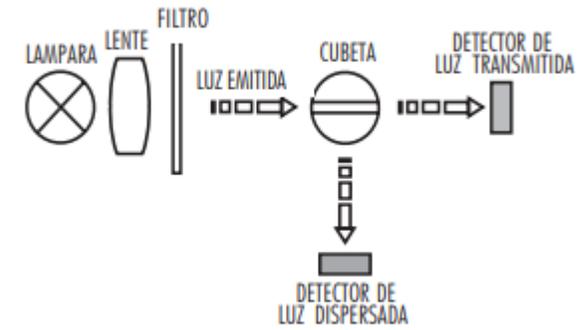
HANNA INSTRUMENTS

- Hanna Instruments es líder mundial en el desarrollo y fabricación de instrumentos de medición electroquímicos, fotométricos y electrodos. Desde su fundación en 1978 en Italia, Hanna Instruments ha experimentado un rápido crecimiento que le ha llevado a convertirse en una compañía de nivel mundial, con presencia en 45 países, a través de sus centros de investigación desarrollo, producción y ventas.
- En Colombia llevamos 11 años ofreciendo soluciones a las necesidades de cada industria, ya que somos mucho más que fabricantes; acompañamos, asesoramos y damos soporte integral, ágil y rápido a nuestros clientes. Además en Hanna Instruments Colombia contamos con un laboratorio de aplicaciones y servicio técnico, un amplio stock de equipos, consumibles, repuestos y reactivos para ayudarte a realizar tus mediciones.

ANÁLISIS BÁSICOS:

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | EXPRESADAS COMO | VALOR MÁXIMO ACEPTABLE |
|-----------------------------|--|------------------------|
| Color aparente | Unidades de Platino Cobalto (UPC) | 15 |
| Olor y Sabor | Aceptable o No Aceptable | Aceptable |
| Turbiedad | Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT) | 2 |
| pH – Potencial de Hidrogeno | Unidades de pH | 6.5 - 9.0 |
| Cloro Residual Libre | miligramos por litro (mg/L) | 0.30 - 2.00 |
| Conductividad Eléctrica | microsiemens por centímetro (uS/cm) | 1000 |

Turbiedad



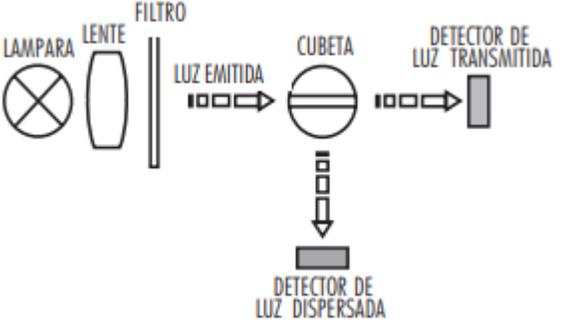
La turbiedad de las aguas se debe a la presencia de material suspendido y coloidal como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, plancton y otros organismos microscópicos.

La turbidez es una propiedad óptica que hace que la luz sea dispersada y absorbida, en lugar de ser transmitida. La dispersión de la luz que pasa a través de un líquido la causan principalmente los sólidos suspendidos. Cuanto mayor es la turbidez, mayor es la cantidad de luz dispersada. Dado que incluso las moléculas en un fluido muy puro dispersan cierto grado de luz, ninguna solución tendrá una turbidez cero.

Turbiedad



HI 98703



HI 93414

Cloro Libre Residual

El cloro (Cl_2) es el agente más ampliamente utilizado en el mundo, su uso como desinfectante en el agua de consumo humano o agua potable, se debe principalmente a:

- Su carácter fuertemente oxidante, responsable de la destrucción de los agentes patógenos (en especial bacterias) y numerosos compuestos causantes de malos sabores.
- Su más que comprobada inocuidad a las concentraciones utilizadas.
- La facilidad de controlar y comprobar unos niveles adecuados.

Cloro Libre Residual



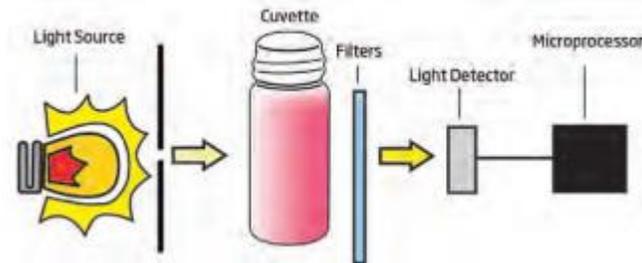
HI 97710



HI 701



HI 97701



Color Aparente

La apreciación de color en el agua potable, normalmente en la gama del marrón pardo, el rojo y/o el amarillo, es causada, generalmente, por la presencia de materias orgánicas coloreadas relacionadas con el humus de la tierra por donde corre el agua a potabilizar. En determinadas circunstancias, aparecen coloraciones más intensas debidas a la presencia de precipitaciones de sales de hierro.

Color Aparente



HI 727



HI 97727

pH – Potencial de Hidrogeno

El pH es una prueba que se realiza para conocer la calidad del agua, e indica la acidez o alcalinidad de esta. Estas mediciones se ejecutan en una escala del 0 al 14, siendo 7.0 la medida neutra. por encima pH 7 se consideran alcalinos y, por debajo, se consideran ácidos, teniendo siempre en cuenta que en estas medidas cada punto representa un cambio de diez veces en la acidez. Es decir, un pH 6 sería 10 veces más ácido que el pH 7.

pH – Potencial de Hidrogeno



HI 98100



HI 98127



HI 991003



HI 98190



HI 2002

Conductividad Eléctrica - EC

La conductividad eléctrica del agua, se puede medir rápidamente con medidores de portátiles o de sobre mesa, para proporcionar una evaluación de la concentración total de iones disueltos.

El agua conduce la electricidad a través de los iones disueltos en ella, y el agua pura es un conductor pobre de la electricidad. La mayoría de las aguas naturales, sin embargo, contienen iones disueltos, y como resultado, su conductividad aumenta con mayor concentración de iones totales.

Conductividad Eléctrica - EC



HI 98311



HI 99300



HI 98192



HI 2003

Multiparametros pH/CE



HI 98129



HI 99300



HI 98195



HI 5521

Análisis Complementarios

| PARAMETRO | EXPRESADOS COMO | VALOR MÁXIMO ACEPTABLE (mg/l) | MEDIDOR RECOMENDADO |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Cobre | Cu | 1 | HI 83300 Fotómetro |
| Cromo total | Cr | 0,05 | |
| Níquel | Ni | 0,02 | |
| Nitritos | NO ₂ - | 0,1 | |
| Nitratos | NO ₃ - | 10 | |
| Calcio | Ca | 60 | |
| Alcalinidad Total | CaCO ₃ | 200 | |
| Cloruros | Cl- | 250 | HI 83399 Fotómetro |
| Aluminio | Al ³⁺ | 0,2 | HI 801 Espectrofotómetro |
| Dureza Total | CaCO ₃ | 300 | |
| Hierro Total | Fe | 0,3 | |
| Magnesio | Mg | 36 | |
| Manganeso | Mn | 0,1 | |
| Molibdeno | Mo | 0,07 | |
| Zinc | Zn | 3 | |
| Fosfatos | PO ₄ ³⁻ | 0,5 | |

Fotómetros y Espectrofotómetro multiparametro de Sobremesa



HI 83300



HI 801

Ejercicio 1 de calculo IRCA

El IRCA por muestra:

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\Sigma \text{ puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\Sigma \text{ puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$$

- Color Aparente: 25UPC
- Turbiedad: 5 NTU
- pH: 7,2
- Cloro Libre: 0,25 mg/L
- Alcalinidad: 100 mg/L
- Dureza Total: 200 mg/L
- Calcio: 70 mg/L Ca
- Hierro 1 mg/L Fe
- Nitritos: 0,3 mg/L NO₂
- Aluminio: 0,1 mg/L
- Coliformes T: Presencia
- E. Coli: Presencia

Ejercicio 1

| PARAMETRO | MAXIMO ACEPTABLE | UNIDADES | VALOR MEDIDO | PUNTAJE IRCA |
|----------------|------------------|------------|--------------|--------------|
| Color Aparente | 15 | UPC | 25 | 6 |
| Turbiedad | 2 | UNT | 5 | 15 |
| pH | 6,5-9,0 | - | 7,2 | 1,5 |
| Cloro Libre | 0,3-2,0 | mg/L Cl | 1,04 | 15 |
| Alcalinidad | 200 | mg/L CaCO3 | 100 | 1 |
| Dureza Total | 300 | mg/L CaCO3 | 200 | 1 |
| Calcio | 60 | mg/L Ca | 70 | 1 |
| Hierro | 0,3 | mg/L Fe | 1 | 1,5 |
| Nitritos | 0,1 | mg/L NO2 | 0,3 | 3 |
| Aluminio | 0,2 | mg/L Al | 0,1 | 3 |
| Coliformes T | No presente | - | Presencia | 15 |
| E. Coli | No presente | - | Presencia | 25 |

| | | | |
|-----------------------|----|--|----|
| Parametros Analizados | 12 | Sumatoria de los puntajes de riesgo a las características analizadas | 88 |
|-----------------------|----|--|----|

| | | | |
|--|------|------|------|
| Puntajes de riesgo características no aceptables | 66,5 | IRCA | 75,6 |
|--|------|------|------|

Ejercicio 2

- Color Aparente: 10UPC
- Turbiedad: 1,5 NTU
- pH: 6,3
- Cloro Libre: 0,87 mg/L
- Alcalinidad: 250 mg/L
- Dureza Total: 180 mg/L
- Calcio: 45 mg/L Ca
- Hierro 0,15 mg/L Fe
- Nitritos: 0,08 mg/L NO₂
- Aluminio: 0,15 mg/L
- Coliformes T: No Presente
- E. Coli: No Presente

Ejercicio 2

| PARAMETRO | MAXIMO ACEPTABLE | UNIDADES | VALOR MEDIDO | PUNTAJE IRCA |
|----------------|---------------------|------------|-----------------|-----------------|
| Color Aparente | 15 | UPC | 10 | 6 |
| Turbiedad | 2 | UNT | 1,5 | 15 |
| pH | 6,5-9,0 | - | 6,3 | 1,5 |
| Cloro Libre | 0,3-2,0 | mg/L Cl | 0,87 | 15 |
| Alcalinidad | 200 | mg/L CaCO3 | 250 | 1 |
| Dureza Total | 300 | mg/L CaCO3 | 180 | 1 |
| Calcio | 60 | mg/L Ca | 45 | 1 |
| Hierro | 0,3 | mg/L Fe | 0,15 | 1,5 |
| Nitritos | 0,1 | mg/L NO2 | 0,08 | 3 |
| Aluminio | 0,2 | mg/L Al | 0,15 | 3 |
| Coliformes T | No presente | - | No presente | 15 |
| E. Coli | No presente | - | No presente | 25 |

| | | | |
|-----------------------|----|--|----|
| Parametros Analizados | 12 | Sumatoria de los puntajes de riesgo a las características analizadas | 88 |
|-----------------------|----|--|----|

| | | | |
|--|-----|------|-----|
| Puntajes de riesgo características no aceptables | 2,5 | IRCA | 2,8 |
|--|-----|------|-----|

Riesgo de Calidad del agua

| Clasificación IRCA (%) | Nivel de Riesgo | IRCA por muestra (notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata) | IRCA mensual (acciones para mejora de la calidad) |
|------------------------|--------------------------|---|--|
| 80,1 -100 | INVIABLE SANITARI-AMENTE | Informar a la persona prestadora, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, Minsalud, INS, Minvivienda, Contraloría General y Procuraduría General. | Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional. |
| 35,1 - 80 | ALTO | Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD. | Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos. |
| 14,1 - 35 | MEDIO | Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde y Gobernador. | Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora. |
| 5,1 - 14 | BAJO | Informar a la persona prestadora y al COVE. | Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento. |
| 0 - 5 | SIN RIESGO | Continuar el control y la vigilancia. | Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia. |

- Ejercicio 1: 75,6%
RIESGO ALTO

- Ejercicio 2: 2,8 %
SIN RIESGO

Contacto

✉ ventas@hannacolombia.com

🗨 [Suscríbete al boletín de noticias](#)

GRACIAS

Bogotá D.C.

📍 Carrera 98 # 25G-10 Bodega 9, Bogotá [Ver mapa](#)

☎ (571) 5189995

Cali

📍 Avenida 4 Norte # 6N-67, Edificio Siglo XXI, Oficina 208, Cali [Ver mapa](#)

☎ (572) 3967316

Pereira

📍 Calle 14 # 23 - 72, Edificio Altura Centro de Negocios [Ver mapa](#)

☎ (576) 3413652

Bucamaranga

📍 Carrera 27 # 37 - 33, Edificio Empresarial Green Gold, Oficina 519 [Ver mapa](#)

☎ (577) 645 2720

Medellín

📍 Carrera 48 # 20-34 Torre 1, Oficina 814 Centro Empresarial Ciudad del Rio, Medellín [Ver mapa](#)

☎ (574) 4233334

Barranquilla

📍 Carrera 51B # 80-58, Oficina 510, Edificio Smart Office, Barranquilla [Ver mapa](#)

☎ (575) 3201325

Neiva

📍 Avenida Carrera 15 # 26 -12 Sur, Edificio ProHuila, Local 2 [Ver mapa](#)

☎ (578) 866 7310

¿Alguna pregunta?