

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA
LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL MUNICIPIO DE LEBRIJA – SANTANDER**

MARTHA JANETH ARDILA BARAJAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2011

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA
LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL MUNICIPIO DE LEBRIJA – SANTANDER**

MARTHA JANETH ARDILA BARAJAS

Química

Trabajo de Grado para optar
El Título de Especialista en Química Ambiental

Director:
GONZALO PEÑA ORTIZ
Ingeniero Civil
Especialista en Ingeniería Ambiental

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2011

DEDICATORIA

A Dios y la Santísima Virgen María, por iluminar cada instante de mi vida

A mi padres José y Carmen Elisa por su amor incondicional, apoyo y confianza

A mis hermanos Miguel Ángel y José Manuel por todo el cariño y el apoyo incondicional

*A mis sobrinitas Mariana y María José, por el amor que les tengo y porque son mi mayor
motivación*

A Javier Mauricio por su amistad, colaboración y apoyo incondicional

Martha Janeth Ardila Barajas.

AGRADECIMIENTOS

La Autora expresa su agradecimiento a:

Al Ingeniero GONZALO PEÑA ORTIZ que junto con sus aportes, experiencia y conocimiento hizo posible la realización de este proyecto.

A SISTEMAS HIDRÁULICOS Y SANITARIOS LTDA., a la Ingeniera GLORIA CASTELLANOS DE PEÑA por permitirme desarrollar este trabajo en el Laboratorio Ambiental SIHSA LTDA.

Al personal del Laboratorio ambiental SIHSA LTDA por su colaboración.

A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, DOCENTES y PERSONAL ADMINISTRATIVO DE LA ESPECIALIZACIÓN EN QUIMICA EN AMBIENTAL.

Al personal que labora en la planta de tratamiento.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3. JUSTIFICACIÓN.....	17
4. OBJETIVOS.....	18
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
5. MARCO TEÓRICO.....	19
5.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS.....	19
5.1.1. Características Físicas.....	19
5.1.1.1. Turbiedad.....	19
5.1.1.2. Color.....	21
5.1.1.3. Temperatura.....	21
5.1.1.4. Conductividad.....	22
5.1.2. Características Químicas.....	22
5.1.2.1. Potencial de Hidrógeno, pH.....	23
5.1.2.2. Alcalinidad.....	23
5.1.2.3. Dureza.....	24
5.1.2.4. Hierro.....	26
5.1.2.5. Sulfatos.....	26
5.1.2.6. Cloruros.....	26
5.1.3. Características Microbiológicas.....	27
5.1.3.1. Grupo Coliforme.....	27
5.2. PROCESOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA.....	28
5.2.1. AIREACIÓN.....	28
5.2.2. COAGULACIÓN - MEZCLA RÁPIDA.....	29
5.2.3. FLOCULACIÓN.....	31
5.2.4. SEDIMENTACIÓN.....	32
5.2.5. FILTRACIÓN.....	33
5.2.6. DESINFECCIÓN.....	33
6. MARCO NORMATIVO.....	35
6.1. DECRETO 1575 DE 2007.....	35

6.2.	RESOLUCIÓN 2115 DE 2007.....	35
7.	MARCO REFERENCIAL.....	42
7.1.	INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE LEBRIJA.....	42
7.1.1.	Localización Geográfica.....	42
7.1.2.	Extensión y Límites.....	43
7.1.3.	Actividad Económica.....	43
7.1.4.	Pluviosidad.....	44
8.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE LEBRIJA.....	45
8.1.	FUENTE DE ABASTECIMIENTO.....	45
8.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	45
8.2.1.	Componentes De La Planta.....	46
8.2.1.1.	Unidad de Aireación.....	46
8.2.1.2.	Mezcla y Dosificación de productos químicos.....	47
8.2.1.3.	Unidad de Mezcla lenta – Flocculación.....	48
8.2.1.4.	Unidades de sedimentación.....	48
8.2.1.5.	Unidades de Filtración.....	49
8.2.1.6.	Sistema de desinfección (Cloración).....	50
8.2.1.7.	Tanques de Almacenamiento.....	50
8.3.	DESCARGA DE LODOS.....	51
9.	METODOLOGÍA.....	52
10.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	54
10.1.	DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE RIESGO PARA LA CALIDAD DEL AGUA (IRCA).....	60
10.2.	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA EN CADA UNO DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA.....	61
10.3.	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.....	63
11.	CONCLUSIONES.....	64
12.	RECOMENDACIONES.....	66
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	68
	ANEXOS.....	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores máximos aceptables para características físicas.....	36
Tabla 2. Características químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana.....	36
Tabla 3. Características químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana.....	37
Tabla 4. Características microbiológicas.....	38
Tabla 5. Puntaje de riesgo.....	39
Tabla 6. Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual y acciones que deben adelantarse.....	40
Tabla 7. Resultado de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos del muestreo del 29 de agosto de 2011 en cada uno de los puntos seleccionados...	54
Tabla 8. Resultado de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos del muestreo del 19 de septiembre de 2011 en cada uno de los puntos seleccionados.....	55
Tabla 9. Eficiencia de remoción de turbiedad, color aparente, hierro total, <i>E-coli</i> y coliformes totales, obtenidos del muestreo del 29 de Agosto de 2011 en cada unidad del sistema de tratamiento de la planta.....	62
Tabla 10. Eficiencia de remoción de turbiedad, color aparente, hierro total, <i>E-coli</i> y coliformes totales, obtenidos del muestreo del 19 de Septiembre de 2011 en cada unidad del sistema de tratamiento de la planta.....	62
Tabla 11. Resultados de la eficiencia de la planta de tratamiento en cuanto a remoción de turbiedad, color aparente, hierro total, <i>E-coli</i> y coliformes totales....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica.....	42
Figura 2. Cámara de aireación.....	46
Figura 3. Mezcla y dosificación de productos químicos.....	47
Figura 4. Unidad de mezcla lenta – floculación.....	48
Figura 5. Unidad de sedimentación.....	48
Figura 6. Batería de filtración.....	49
Figura 7. Tanques de almacenamiento elevado.....	51
Figura 8. Tanques de almacenamiento enterrados.....	51
Figura 9. Histórico de turbiedad.....	56
Figura 10. Histórico de color.....	56
Figura 11. Histórico de hierro total.....	57
Figura 12. Histórico de cloro residual.....	57
Figura 13. Histórico de <i>Escherichia Coli</i>	58
Figura 14. Histórico de Coliformes totales.....	58
Figura 15. Índice de Riesgo de la calidad del agua para consumo IRCA (%) promedio mensual.....	60

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO GENERAL DE EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.....	69
ANEXO 2. BOSQUEJO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE LEBRIJA	72
ANEXO 3. INFORMES DE RESULTADOS DE LABORATORIO.....	73

RESUMEN

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DEL MUNICIPIO DE LEBRIJA – SANTANDER *.

AUTOR: Martha Janeth Ardila Barajas **

PALABRAS CLAVES: Eficiencia, sistema de tratamiento, agua potable, IRCA, análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

El propósito de esta monografía fue evaluar la eficiencia del sistema de tratamiento de agua potable del Municipio de Lebrija - Santander y a su vez establecer la calidad del agua suministrada.

Para cumplir con este propósito fue necesario realizar la revisión bibliográfica de la normatividad vigente referida al control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, visitas a la planta de tratamiento con el fin de realizar un reconocimiento del sitio y obtener la mayor información sobre el sistema de tratamiento y la realización de análisis fisicoquímicos y microbiológicos en cada una de las etapas operativas del sistema de tratamiento.

Con base en el histórico, los datos obtenidos durante el desarrollo de este trabajo y la determinación del índice de riesgo de calidad del agua "IRCA" mensual se determinó que la calidad del agua suministrada a la población presenta algún tipo de riesgo para la salud y a su vez la convierte en un agua no apta para el consumo humano.

Aunque se obtuvieron porcentajes de remoción altos para Turbiedad (90 % y 91 %), hierro total (92 % y 89 %) y color aparente (89 % y 87 %), estos parámetros se encuentran por encima de los valores máximos permisibles de acuerdo a la Resolución 2115 de 2007 para aguas destinadas al consumo humano.

*Monografía

**Facultad de Ciencias. Escuela de Química, Especialización en Química Ambiental. Director. Gonzalo Peña Ortiz.

ABSTRACT

TITLE: EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF TREATMENT PLAN FOR WATER PURIFICATION LEBRIJA – SANTANDER *.

AUTHOR: Martha Janeth Ardila Barajas **

KEYWORDS: Efficiency, treatment system, water supply, IRCA, chemical and microbiological analysis.

The purpose of this paper has been to evaluate the system efficiency of potable water treatment – Lebrija Township - Santander; at the same time, establish the quality of water supplied.

To fulfill the purpose, it has reviewed the literature of current regulations relating to the control and monitoring of water quality for human consumption, it has visited the treatment plant in order to acknowledge site and get information about the system treatment and the physicochemical and microbiological analysis in each of the operational stages of the treatment.

Based on historical data obtained during the course of this work and the determination of the Index of risk for water quality “IRCA” monthly it has established that the quality of water supplied to the population has some type of health risk like unsafe water for human consumption.

Even though the removal percentages were high for turbidity (90 % y 91 %) total iron (92 % y 89 %) and apparent color (89 % y 87 %), these parameters are above the permissible maximum values according to Resolution 2115 of 2007 for water intended for human consumption.

**Facultad de Ciencias. Escuela de Química, Especialización en Química Ambiental. Director. Gonzalo Peña Ortiz.

1. INTRODUCCIÓN

El agua es utilizada para múltiples propósitos como son el abastecimiento público que cubre el uso doméstico, industrial y comercial, la generación de energía eléctrica, riego de cultivos, fines recreativos etc., donde cada situación requiere de unas condiciones de calidad diferentes, siendo necesario en algunos casos acondicionar el agua para su adecuada utilización, es por esto que la calidad del agua está fundamentalmente determinada por el uso que se dé a la misma.

Cuando la calidad del agua no reúne las características requeridas para su directo aprovechamiento debe ser acondicionada mediante diferentes procesos que son realizados en una planta de tratamiento, procesos cuya selección depende básicamente de la calidad del agua cruda que entra a la planta y la calidad del agua tratada que se desee según el uso específico.

El presente trabajo tiene por finalidad evaluar la eficiencia del sistema de tratamiento de agua potable del Municipio de Lebrija - Santander y determinar la calidad de agua suministrada a los usuarios mediante la realización de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, cuyos resultados son comparados con los valores máximos permitidos para agua de consumo humano establecidos en la Resolución 2115 de 2007.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El municipio de Lebrija se encuentra ubicado en la región noroccidental del departamento de Santander a 17 Km de la ciudad de Bucaramanga, cuenta con una población aproximada de 20.000 habitantes. Actualmente el Acueducto Municipal de Lebrija es administrado por la Empresa de Servicios Públicos - Empulebrija, encargada de atender lo relacionado con el suministro de agua potable del acueducto urbano y el sistema de alcantarillado y aseo público.

Las condiciones actuales en las que opera el Acueducto del Municipio de Lebrija no garantizan agua apta para consumo humano, ya que el agua entregada a sus usuarios no cumple con las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas exigidas por la legislación Colombiana, que evidenciado con la Acción Popular Número 21118 interpuesta el 11 de Julio de 2011 en el Municipio de Lebrija donde su Análisis Jurisprudencial establece (Fiel copia de la Acción Popular)⁴:

“1. A pesar de los dineros que la Nación Colombiana le gira a los municipios para que se suministre agua potable, el agua suministrada a los usuarios del municipio de Lebrija no cumple con los requisitos de calidad.

2. Se precisa que el Municipio de Lebrija y Empulebrija están en la obligación de suministrar agua potable, es decir guardando los requisitos según Ley. (Decreto 1575 de 2007 del Ministerio de Protección Social la y Resolución 2115 de 2007 Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

3. Según estudios realizados por la Seccional de Salud de Santander dio como resultado no apta para el consumo humano.

⁴ http://sion.defensoria.org.co:81/vision2009/rap/consulta_t.php?radi1=21118&area1=3#tab2

4. Se deduce que el Municipio de Lebrija y Empulebrija están vulnerando los derechos e intereses colectivos mencionados en la presente acción.”

Por lo tanto, la anterior Acción Popular indica la preocupación de la población por el agua que están consumiendo y las implicaciones de salud (seguridad y bienestar de la población abastecida) que pueden generar agua que no es apta para el consumo humano teniendo en cuenta que la causa principal de alteraciones en la salud de la comunidad la constituyen la diarrea y la gastroenteritis, enfermedades relacionadas con el consumo de agua de baja calidad.

Junto a esto, el histórico de los análisis realizados al agua tratada en la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) del Municipio de Lebrija con lo exigido en la legislación Colombiana demuestra que el agua entregada a los usuarios presenta problemas de color aparente, turbiedad, Hierro total y Microbiológicos.

3. JUSTIFICACIÓN

El agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un abastecimiento seguro y satisfactorio, especialmente el agua destinada para el consumo humano la cual debe estar exenta de microorganismos patógenos, olor y sabor desagradable, libre de sustancias tóxicas y a su vez debe ser aceptable para el consumidor desde el punto de vista estético (turbiedad y color).

Aunque en las áreas rurales de los países en desarrollo la gran mayoría de problemas de calidad del agua están relacionados con la contaminación bacteriológica u otras clases de contaminación biológica también puede presentarse contaminación química proveniente de fuentes naturales (Hierro, Fluoruros) o de ciertas industrias o prácticas agrícolas incorrectas (abuso de fertilizantes).

Teniendo en cuenta el histórico de los análisis realizados al agua tratada en la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) del Municipio de Lebrija con lo exigido en la legislación Colombiana, demuestra que el agua entregada a sus usuarios no es apta para consumo humano por lo que se hace necesario evaluar la eficiencia en cada uno de los procesos de la planta, con el fin de identificar fallas en su sistema de tratamiento y proponer alternativas que lleven a la PTAP a suministrar al usuario agua apta para consumo humano, en aras de buscar un impacto social positivo a la comunidad.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficiencia de la planta de Tratamiento de Agua Potable para el Municipio de Lebrija - Santander

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar el diagnostico actual de la planta de Tratamiento de Agua Potable del Municipio de Lebrija.
2. Realizar los análisis Físicoquímicos y Microbiológicos requeridos para agua potable que corresponden al Municipio de Lebrija y comparar con el histórico en el periodo comprendido desde el año 2010 a Septiembre de 2011.
3. Establecer la calidad del agua suministrada a la población del Municipio de Lebrija requerida por la normatividad Colombiana (Decreto 1575 de 2007 y Resolución 2115 de 2007).
4. Evaluar la eficiencia en cada una de las etapas operativas de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Municipio de Lebrija.

5. MARCO TEÓRICO

El agua pura, considerada como un compuesto químico producido por la unión de una molécula de oxígeno y dos de hidrógeno, solamente existe en el laboratorio bajo condiciones especiales. En la naturaleza, en cambio, el agua al entrar en contacto con el suelo y la atmósfera va adquiriendo elementos o compuestos que desvirtúan su composición original, tanto desde el punto de vista físico, esto es, que hacen tangibles a la vista, al gusto y al olfato, como desde el punto de vista químico y microbiológico, que requieren análisis específicos para comprobar su presencia, en estas condiciones, la calidad del agua se expresa mediante la concentración de estos elementos y compuestos ya sea en solución o en suspensión, dado que su presencia genera ciertas características físicas, químicas y microbiológicas⁵.

5.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS

Es el conjunto de características mediante las cuales se cuantifica la calidad del agua.

5.1.1. Características Físicas. Son aquellas que se pueden detectar con los sentidos, lo cual implica que tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas del agua. Las características físicas son la turbiedad, el color, el sabor, el olor y la temperatura⁶.

5.1.1.1. Turbiedad⁷. Es la propiedad óptica de una muestra de agua para disipar y absorber la luz en vez de transmitirla en línea recta. La turbiedad es

⁵ PEREZ PARRA, Jorge. Manual de potabilización del agua. 3 ed. Medellín: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Facultad de Minas, 1997. p. 3.

⁶ Ibip., p. 6.

⁷ Ibip., p. 6-7.

debida a partículas que están en suspensión o en estado coloidal (diámetros menores que 10^{-3} mm) y que comunican al agua la capacidad de diseminar un rayo de luz, fenómeno óptico que captamos como agua sucia o agua barrosa.

Las principales causas de la presencia de turbiedad en el agua son: la erosión causada por las corrientes, situación que aumenta notablemente en invierno, el crecimiento de microorganismos y los desechos domésticos e industriales.

La turbiedad es importante considerarla en aguas de abastecimiento público por las siguientes razones:

- **Estética.** La turbiedad afecta la apariencia del agua y puede ocasionar rechazo por parte del consumidor.
- **Filtrabilidad.** El grado de turbiedad determina, conjuntamente con otros factores que serán considerados posteriormente, el sistema de tratamiento más adecuado. Como regla general, la remoción de turbiedad no es un proceso difícil de llevar a cabo en forma continua y eficiente en una planta de tratamiento, existiendo varias maneras de realizarla: así para valores relativamente bajos de turbiedad un sistema de filtración ascendente puede ser suficiente para removerla eficientemente y a bajo costo, en cambio para valores altos de la misma, es necesario emplear procesos más elaborados y con mayores costos de operación, tales como adición de químicos, sedimentación y filtración rápida.
- **Desinfección.** Se ha demostrado que en el proceso de eliminación de los microorganismos patógenos por agentes químicos como el cloro, las partículas causantes de turbiedad reducen la eficiencia del proceso, protegiendo físicamente a los microorganismos de que tengan un contacto directo con el desinfectante, lo cual incide en costos.
- **Control de los procesos.** La determinación de la turbiedad en el influente y en el efluente de un proceso de tratamiento cualquiera, sirve para cuantificar la eficiencia en remoción del mismo.

La turbiedad se expresa en unidades nefelométricas (UNT), la turbiedad se determina en el laboratorio por medio de unos aparatos llamados turbidímetros, o por comparación visual mediante el empleo de patrones.

5.1.1.2. Color. A pesar de estar íntimamente ligado a la turbiedad, puede presentarse como una característica independiente. El color incide sobre el aspecto estético del agua, quitándole transparencia⁸.

Dos tipos de color se reconocen en el agua: el color verdadero, o sea el color de la muestra una vez que se ha removido la turbidez, y el color aparente, que incluye no solamente el color de las sustancias en solución y coloidales sino también el color debido al material suspendido. El color aparente se determina sobre la muestra original, sin filtración o centrifugación previa⁹.

La remoción del color es una función del tratamiento del agua y se practica para hacer un agua adecuada para usos generales o industriales. La determinación del color es importante para evaluar las características del agua, la fuente del color y la eficiencia del proceso utilizando para su remoción; cualquier grado de color es objetable por parte del consumidor y su remoción es, por tanto, objetivo esencial del tratamiento¹⁰. La norma establece que el valor máximo permisible son 15 Unidades de color.

5.1.1.3. Temperatura. El factor de temperatura es importante porque actúa como elemento que retarda o acelera la actividad biológica, la absorción de oxígeno y bióxido de carbono de la atmósfera por el agua, e influye en la proliferación de algas y en la precipitación con cloro, y por tener influencia sobre la

⁸ Ibip., p. 8.

⁹ ROMERO ROJAS, Jairo. Calidad del agua. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá, Colombia, 1997. p. 109.

¹⁰ Ibip., p. 110.

viscosidad del agua, incide también indirectamente en los procesos de mezcla rápida, floculación, sedimentación y filtración.

5.1.1.4. Conductividad. La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad. Por esta razón, el valor de la conductividad es muy usado en análisis de aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos¹¹.

La medida de conductividad permite evaluar rápida pero muy aproximadamente la mineralización global del agua.

La reglamentación francesa insiste sobre el interés de esta medida. Proporciona igualmente las indicaciones siguientes sobre la relación existente entre la mineralización y la conductividad¹²:

Conductividad < 100 $\mu\text{S/cm}$: mineralización muy débil;
100 $\mu\text{S/cm}$ < Conductividad < 200 $\mu\text{S/cm}$: mineralización débil;
200 $\mu\text{S/cm}$ < Conductividad < 333 $\mu\text{S/cm}$: mineralización media acentuada;
333 $\mu\text{S/cm}$ < Conductividad < 666 $\mu\text{S/cm}$: mineralización media;
666 $\mu\text{S/cm}$ < Conductividad < 1000 $\mu\text{S/cm}$: mineralización importante;
Conductividad > 1000 $\mu\text{S/cm}$: mineralización excesiva.

5.1.2. Características Químicas. Por ser el agua un solvente universal, existe la posibilidad de que una inmensa cantidad de elementos y compuestos estén

¹¹ Ibip., p. 114.

¹² RODIER. J. Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, 1998. p.820.

presenten en ella en forma de solución; sin embargo, la gran mayoría de éstos no tienen mucho significado y es por esto que se consideran algunos de ellos solamente, teniendo en cuenta su posible prevalencia en el agua, los efectos adversos que puedan tener sobre la salud, la influencia que tengan en los procesos de tratamiento o las implicaciones de tipo económico¹³.

5.1.2.1. Potencial de Hidrógeno, pH. Es un término usado universalmente para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o básicas de una solución, mediante la concentración del ion hidrógeno.

El pH se define como el logaritmo del inverso de la concentración del ion hidrógeno, o, o sea, $pH = \log\left(\frac{1}{[H^+]}\right) = -\log[H^+]$

Los métodos generales usados para determinar el valor del pH son: el método colorimétrico, el cual emplea indicadores, sustancias que exhiben diferentes colores de acuerdo con el pH de la solución, y el método electrométrico, en el cual se mide el potencial de un electrodo sensitivo a pH con referencia a un electrodo estándar¹⁴.

5.1.2.2. Alcalinidad¹⁵. La alcalinidad de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar ácidos, como su capacidad para reaccionar con iones hidrógeno, como su capacidad para aceptar protones o como la medida de su contenido total de sustancias alcalinas (OH⁻).

¹³ PEREZ PARRA, Jorge. Manual de potabilización del agua. 3 ed. Medellín: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Facultad de Minas, 1997. p. 10.

¹⁴ ROMERO ROJAS, Jairo. Calidad del agua. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá, Colombia, 1997. p. 52.

¹⁵ *Ibid.*, 119-120

La determinación de la alcalinidad total y de las distintas formas de alcalinidad es importante en los procesos de coagulación química, ablandamiento, control de corrosión y evaluación de la capacidad tampón de un agua.

En aguas naturales la alcalinidad es debida generalmente a la presencia de tres clases de compuestos:

- Bicarbonatos
- Carbonatos
- Hidróxidos

En algunas aguas es posible encontrar otras clases de compuestos (borato, silicatos, fosfatos, etc.) que contribuyen a su alcalinidad; sin embargo, en la práctica la contribución de éstos es insignificante y puede ignorarse.

5.1.2.3. Dureza. La presencia de cationes polivalentes, principalmente los cationes de calcio y magnesio dan origen a la dureza de las aguas¹⁶.

No se ha encontrado ninguna correlación entre las aguas con alto contenido de dureza y daños al organismo. Los problemas más bien son de tipo doméstico e industrial: la dureza impide la formación de espuma, causando mayor consumo de jabón y detergentes cuando se les emplea en operaciones de lavado doméstico; por otra parte, está ligada a otros parámetros como el pH y la alcalinidad, y dependiendo de ellos, puede formar depósitos en las tuberías, obstruyéndolas completamente.

¹⁶ PEREZ PARRA, Jorge. Manual de potabilización del agua. 3 ed. Medellín: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Facultad de Minas, 1997. p. 14.

En términos de dureza las aguas pueden clasificarse así:

0 -75 mg/l	Blanda
75-150 mg/l	Moderadamente dura
150-300 mg/l	Dura
>300 mg/l	Muy Dura

La dureza se determina en el laboratorio por titulación, y se expresa en mg/l como CaCO_3

Clases de Dureza

- Dureza Total: Es aproximadamente igual a la dureza producida por los iones calcio y magnesio, es decir: Dureza Total = Dureza por Ca + Dureza por Mg
- Dureza Carbonácea: En aguas naturales, los bicarbonatos son la principal forma de alcalinidad, por lo tanto, la parte de la dureza total químicamente equivalente a los bicarbonatos presentes en el agua es considerada como la dureza carbonácea, es decir:

$$\text{Alcalinidad (mg/l)} = \text{Dureza carbonácea (mg/l)}.$$

Pueden presentarse dos casos:

- a. Cuando la alcalinidad es menor que la dureza total; entonces,
Dureza carbonácea (mg/l) = Alcalinidad (mg/l).
- b. Cuando la alcalinidad es mayor o igual a la dureza total; entonces,
Dureza carbonácea (mg/l) = Dureza total (mg/l).

La dureza carbonácea se conoce también como “dureza temporal” o “no permanente” porque desaparece cuando se hierve el agua, o sea, que puede precipitarse mediante ebullición prolongada. Esto se produce porque los bicarbonatos sirven como fuente de iones carbonato para precipitar Ca^{2+} como CaCO_3 a temperaturas elevadas, lo cual sucede en calderas.

- Dureza no carbonácea. Se considera no carbonácea toda dureza que no esté químicamente relacionada con los bicarbonatos. Es decir:

$$\text{Dureza no carbonácea} = \text{Dureza total} - \text{Alcalinidad.}$$

La dureza no carbonácea incluye principalmente sulfatos, cloruros, y nitratos de calcio y magnesio. La evaporación de aguas que contienen estos iones produce cristalización de compuestos como sulfato de calcio, que forman una incrustación dura y frágil en las paredes y tubos de calderas y calentadores.

5.1.2.4. Hierro. La presencia de hierro en las aguas no tiene efectos de salubridad, pero afecta el sabor, produce manchas indelebles en los aparatos sanitarios, interfiere en el lavado de ropa y se deposita en la red de distribución causando ocasionalmente obstrucciones y alteraciones en la turbiedad y el color¹⁷.

5.1.2.5. Sulfatos. Las aguas naturales no contienen generalmente altas concentraciones de sulfatos, pero cuando se hallan en cantidad apreciable, tienen efectos sobre el sabor y, son laxantes cuando simultáneamente están presentes el manganeso y el sodio. Si el agua adicionalmente contiene calcio o magnesio, los sulfatos reaccionan con éstos formando incrustaciones en tuberías y artefactos donde se conduce o calienta el agua. Los sulfatos son reducidos por bacterias sulforreductoras dando origen al ácido sulfhídrico, lo que produce mal olor al agua y disminuye el pH aumentando su poder corrosivo¹⁸.

5.1.2.6. Cloruros. La presencia de cloruros en el agua se considera importante más por razones del gusto que le comunican, que por motivos de salud. Los contenidos de cloruros de las aguas son extremadamente variables y

¹⁷ lbip., p. 14.

¹⁸ lbip., p. 16.

se deben principalmente a la naturaleza de los terrenos atravesados. Habitualmente, el contenido en ion cloro de las aguas naturales es inferior a 50 mg/l¹⁹.

Los cloruros pueden medirse por procedimientos volumétricos, utilizando indicadores, esto es, por titulación.

5.1.3. Características Microbiológicas. El análisis bacteriológico del agua es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación del agua, pero el examen bacteriológico de abastecimientos de agua no implica la búsqueda directa de los gérmenes patógenos.

El examen bacteriológico del agua usualmente involucra dos ensayos: la estimación del número de bacterias de acuerdo con el conteo total en placa y la determinación, más significativa, de la presencia o ausencia de miembros del grupo coliforme.

5.1.3.1. Grupo Coliforme²⁰. El grupo coliforme incluye las bacterias de forma bacilar, aeróbicas y facultativas anaeróbicas, Gram-negativas, no formadoras de esporas, las cuales fermentan la lactosa con formación de gas en un período de 48 horas a 35°C (o 37°C).

La *Escherichia coli* es la bacteria indicadora por excelencia del grupo coliforme fecal, debido a su presencia permanente en la flora intestinal del hombre y de los animales de sangre caliente; es gram negativa, facultativa anaerobia, de forma bacilar, de 0,5 a 2 µm de tamaño. La *E. coli* son comensalistas inocuos, pero

¹⁹ RODIER. J. Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, 1998. p.817.

²⁰ ROMERO ROJAS, Jairo. Calidad del agua. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá, Colombia, 1997. p. 215.

algunas cepas son patógenas. La E. coli patógena causa diarrea, especialmente en niños y viajeros.

Recolección de Muestras. La muestra para examen bacteriológico debe ser representativa y examinarse en el menor tiempo posible; debe tomarse en frasco de vidrio previamente esterilizado, al igual que el orificio o grifo de donde se toma la muestra.

5.2. PROCESOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA²¹

La producción de un agua potable a partir de una fuente de aprovisionamiento de agua contaminada por sustancias introducidas naturalmente o como resultado de las actividades del hombre, implica el empleo de uno o una serie de procesos u operaciones unitarias.

Desde el punto de vista del tratamiento del agua, una operación unitaria es un proceso químico, físico o biológico, mediante el cual las sustancias no deseadas contenidas en las aguas crudas, se separan y/o se transforman en sustancias aceptables.

5.2.1. AIREACIÓN²²: Es el proceso mediante el cual el agua es puesta en contacto con el aire con el propósito de:

- a. Aumentar el contenido de oxígeno.
- b. Reducir el contenido de dióxido de carbono
- c. Disminuir la concentración de sulfuro de hidrogeno
- d. Remover gases como metano, cloro y amoníaco
- e. Oxidar hierro y manganeso

²¹ PEREZ PARRA, Jorge. Manual de potabilización del agua. 3 ed. Medellín: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Facultad de Minas, 1997. p. 39.

²² ROMERO ROJAS, Jairo. Acuípurificación. Diseño de sistemas de purificación de aguas. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá, Colombia, 1997. p. 27.

- f. Remover compuestos orgánicos volátiles
- g. Remover sustancias volátiles productoras de olores y sabores.

Los aireadores más usados en las plantas pequeñas son los del tipo de bandejas, en los que una tubería vertical distribuye el agua sobre la parte superior de una serie de bandejas, 3 ó más, a través de las cuales fluye el agua. El contacto del agua con carbón coque colocado sobre las bandejas permite completar la oxidación del hierro para formar floc insoluble. Los lechos de contacto de coque, colocados en las bandejas de aireación, se recubren con óxidos de hierro y de manganeso, los cuales catalizan la oxidación del hierro y del manganeso

5.2.2. COAGULACIÓN - MEZCLA RÁPIDA. La coagulación es efectuada mediante una agitación intensa del agua, llamada mezcla rápida, que tiene por objeto hacer que el coagulante se difunda lo más rápida y uniformemente posible en toda la masa de agua.

La coagulación es probablemente la fase más importante del tratamiento del agua; una coagulación inadecuada no puede ser corregida en una etapa posterior de tratamiento, perjudicando la eficiencia de todos los procesos siguientes.

La coagulación química puede definirse como un proceso unitario utilizado para causar la coalescencia o agregación de material suspendido no sedimentable y partículas coloidales del agua para consumo humano y de aguas residuales. Es el proceso mediante el cual se reducen las fuerzas repelentes existentes entre partículas coloidales para formar partículas mayores de buena sedimentación.

Los coagulantes son aquellos compuestos capaces de formar un floc al reaccionar con los coloides presentes en el agua.

- Los coagulantes que pueden emplearse son los coagulantes metálicos y los polímeros orgánicos e inorgánicos²³.

1. Coagulantes metálicos. Pueden ser de tres tipos: sales de aluminio, sales de hierro y compuestos varios, como el carbonato de magnesio. Los coagulantes con sales de aluminio son el sulfato de aluminio, sulfato de aluminio amoniacal y aluminato de sodio. Los coagulantes con sales de hierro son el cloruro férrico, el sulfato férrico y el sulfato ferroso. Para la dosificación en la coagulación por adsorción-neutralización debe tenerse en cuenta la relación estequiométrica entre la dosis del coagulante y la concentración de los coloides, ya que una sobredosis conduce a una re estabilización de las partículas. Para aguas con bajo nivel de alcalinidad, se recomienda aumentar el pH añadiendo hidróxido de calcio (Ca(OH)_2).

2. Los polímeros inorgánicos. Se pueden emplear los polímeros de hierro (III) y aluminio como coagulantes. Se recomienda el uso de policloruro de aluminio para el tratamiento de aguas blandas y turbias. Entre los polímeros orgánicos o polielectrolitos que se pueden emplear están los derivados del almidón y la celulosa, materiales proteicos.

- **Prueba de Jarras**²⁴. Estas pruebas consisten en simular en vasos de precipitado o jarras, el proceso de coagulación floculación que se producirá en la planta de tratamiento y evaluar distintos parámetros durante o al final de los ensayos para caracterizar su funcionamiento.

Este procedimiento debe realizarse de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 3903, su objetivo básico es la determinación de los coagulantes y auxiliares

²³ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico República de Colombia. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000, Sección II Título C. Bogotá, 2000. p. C.36.

²⁴ Ibip., p C.22

de coagulación (metálicos o prepolimerizados), sus dosis óptimas, secuencia de adición de los mismos para una turbiedad, un color, un pH, una temperatura, una alcalinidad y una dureza dados. Estas pruebas deben repetirse las veces que sean necesarias de acuerdo a la calidad del agua cruda en estudio.

Las pruebas de jarras se pueden usar para la determinación de:

1. Dosis óptima de coagulantes, alcalinizantes y desinfectante.
2. Evaluaciones cualitativas:
 - a) Tamaño del flóculo producido
 - b) Tiempo inicial de formación del floculo.
3. Evaluaciones cuantitativas:
 - a) Determinaciones físicas: turbiedad y color residuales, así como tiempos y gradientes óptimos de velocidad. Cuando sea pertinente pueden también determinarse: la velocidad de sedimentación de los flóculos formados, y el número de partículas presentes por tamaños.
 - b) Determinaciones químicas: pH y alcalinidad antes y después de la coagulación. Adicionalmente la concentración del aluminio residual, hierro y/o manganeso si procede.

5.2.3. FLOCULACIÓN. La floculación es el proceso que se realiza inmediatamente después de la coagulación.

En la floculación, una vez introducido y mezclado el coagulante, las partículas diminutas coaguladas son puestas en contacto una con otra y con las demás partículas presentes, mediante agitación lenta prolongada, floculación, durante la cual las partículas se aglomeran, incrementan su tamaño y adquieren mayor densidad. El floculador es, por lo tanto, un tanque con algún medio de mezcla suave y lenta, con un tiempo de retención variable dependiendo del modelo²⁵.

²⁵ Ibid., p. 75.

De la misma manera que la coagulación, la floculación es influenciada por fuerzas químicas y físicas tales como la carga eléctrica de las partículas, la capacidad de intercambio, el tamaño y la concentración de los electrolitos³.

Existen dos tipos de floculación: La llamada floculación pericinética que se presenta en forma espontánea, debido al desplazamiento continuo de las moléculas de agua producido por el movimiento browniano y por la gravedad o peso de las partículas que al caer tienden a aglomerarse. El otro tipo es la floculación ortocinética que es debida a gradientes de velocidad inducidos en el líquido por energía mecánica o hidráulica, causando el movimiento de las partículas a diferentes velocidades y direcciones, lo cual aumenta notablemente la probabilidad de colisión²⁶.

5.2.4. SEDIMENTACIÓN²⁷. La sedimentación es la remoción de los sólidos en suspensión en un fluido por la fuerza de la gravedad. Los sólidos pueden estar presentes en el agua en la forma como ocurren naturalmente, como es el caso del limo o la arena, o en forma modificada de su estado natural, como resultado de la coagulación y la floculación. Sea cual fuere el origen de las partículas, si son más densas que el agua es mayor su probabilidad de sedimentación, dando como resultado un fluido clarificado, y en el fondo de los tanques, una suspensión más concentrada que se considera ha sido separada del mismo.

Hay que distinguir dos formas de sedimentación dependiendo del tipo de partículas que se desean separar del agua: la sedimentación de partículas discretas o sedimentación simple, y la sedimentación de partículas aglomerables o sedimentación inducida. El primer caso es el que ocurre en las unidades de sedimentación llamadas desarenadores, en las cuales se trata de reducir la concentración de partículas de cierto tamaño (arena de 0,015 a 0,15 cm de

²⁶ PEREZ PARRA, Jorge. Manual de potabilización del agua. 3 ed. Medellín: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Facultad de Minas, 1997. p. 101.

²⁷ Ibid., p. 157.

diámetro), sin la adición de coagulantes o cualquier otro producto químico, y sin que ocurra cambio de densidad, tamaño o forma de las mismas al descender en el agua; el segundo caso, es el que se efectúa en una planta de tratamiento en unidades llamadas decantadores, las cuales reciben agua previamente coagulada y floculada.

5.2.5. FILTRACIÓN. La filtración consiste en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en la suspensión acuosa mediante su paso por un medio poroso²⁸.

En la planta de purificación la filtración remueve el material suspendido, medido en la práctica como turbiedad, compuesto de floc, suelo, metales oxidados y microorganismos. La remoción de microorganismos es de gran importancia puesto que muchos de ellos son extremadamente resistentes a la desinfección y, sin embargo, son removibles mediante filtración. Lo anterior indica por qué en la práctica se considera que el propósito principal de la filtración es remover turbiedad e impedir la interferencia de la turbiedad con la desinfección, al proveer protección a los microorganismos de la acción del desinfectante²⁹

5.2.6. DESINFECCIÓN³⁰. La desinfección del agua se refiere a la destrucción de los organismos patógenos constituidos por las bacterias, protozoarios y virus. Tales microorganismos son capaces de sobrevivir en el agua por días o inclusive semanas, dependiendo de factores ambientales, morfológicos y fisiológicos tales como temperatura, pH, oxígeno disuelto, nutrientes existentes, competición con otros organismos, resistencia a influencias tóxicas, capacidad de formar esporas, etc.

²⁸ Ibip., p.230.

²⁹ ROMERO ROJAS, Jairo. Acuípurificación. Diseño de sistemas de purificación de aguas. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá, Colombia, 1997. p. 181.

³⁰ PEREZ PARRA, Jorge. Manual de potabilización del agua. 3 ed. Medellín: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Facultad de Minas, 1997. p. 338.

Un buen desinfectante debe cumplir los siguientes requisitos:

- Debe tener capacidad de destruir los organismos patógenos para las condiciones que presente el agua, en un tiempo adecuado.
- No debe hacer el agua tóxica o de sabor u olor desagradables.
- Debe ser de fácil obtención, a costo razonable y reunir condiciones que faciliten su transporte, almacenamiento, manipulación y dosificación.
- Su concentración en el agua debe poderse determinar fácil y rápidamente.
- Debe producir un efecto residual que se constituya en una protección contra un eventual re- contaminación posterior al proceso de desinfección.

6. MARCO NORMATIVO

El Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000, establece que el agua para consumo humano no debe contener microorganismos patógenos, ni sustancias tóxicas o nocivas para la salud, por lo que debe cumplir los requisitos de calidad microbiológicos y fisicoquímicos exigidos en la Resolución 2115 de 2007, expedida por los Ministerios de Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Además, la calidad del agua no debe deteriorarse ni caer por debajo de los límites establecidos durante el periodo de tiempo para el cual se diseñó el sistema de abastecimiento.

6.1. DECRETO 1575 DE 2007, Ministerio de la Protección Social. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

6.2. RESOLUCIÓN 2115 DE 2007, Ministerio de la Protección social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expidió la Resolución 2115 del 22 de junio 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.

El capítulo II hace referencia a las características físicas y químicas del agua para consumo humano. A continuación se mencionan los artículos a tener en cuenta en el presente estudio.

Artículo 2. Características físicas. El agua para consumo humano no podrá sobrepasar los valores máximos aceptables para cada una de las características físicas que se señalan en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores máximos aceptables para características físicas

Características Físicas	Expresadas Como	Valor Máximo Aceptable
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad,	2

Fuente: Resolución 2115 de 2007

Artículo 3. Conductividad. El valor máximo aceptable para la conductividad puede ser hasta 1000 microsiemens/cm. Este valor podrá ajustarse según los promedios habituales y el mapa de riesgo de la zona. Un incremento de los valores habituales de la conductividad superior al 50% en el agua de la fuente, indica un cambio sospechoso en la cantidad de sólidos disueltos y su procedencia debe ser investigada de inmediato por las autoridades sanitaria y ambiental competentes y la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano.

Artículo 4. Potencial de hidrógeno. El valor para el potencial de hidrógeno pH del agua para consumo humano, deberá estar comprendido entre 6,5 y 9,0.

Artículo 6. Características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana. Las características químicas del agua para consumo humano en relación con los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana se señalan en la Tabla 2.

Tabla 2. Características químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana

Características Químicas	Expresadas como	Valor Máximo Aceptable (mg/L)
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1

Fuente: Resolución 2115 de 2007

Artículo 7. Características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana. Las características químicas del agua para consumo humano en relación con los elementos y compuestos químicos que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud se señalan en la Tabla 3:

Tabla 3. Características químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana

Características Químicas	Expresadas Como	Valor Máximo Aceptable
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
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250

Fuente: Resolución 2115 de 2007

El capítulo III correspondiente a las características microbiológicas menciona:

Artículo 10. Técnicas para realizar análisis microbiológicos. Las técnicas aceptadas para realizar los análisis microbiológicos del agua para consumo humano son las siguientes:

- Para Escherichia Coli y Coliformes totales: Filtración por membrana, Sustrato Definido, enzima sustrato y presencia-ausencia.

Se podrán adoptar otras técnicas y metodologías debidamente validadas por el Instituto Nacional de Salud, INS, o este realizará una revalidación con base en

documentos soporte de organismos internacionales que presenten los solicitantes; instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano.

Artículo 11. Características microbiológicas. Las características microbiológicas del agua para consumo humano deben enmarcarse dentro de los siguientes valores máximos aceptables desde el punto de vista microbiológico, los cuales son establecidos teniendo en cuenta los límites de confianza del 95% y para técnicas con habilidad de detección desde 1 Unidad Formadora de Colonia (UFC) ó 1 microorganismo en 100 cm³ de muestra como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Características microbiológicas del agua

Técnicas Utilizadas	Coliformes Totales	Escherichia Coli
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³

Fuente: Resolución 2115 de 2007

Parágrafo 1. Como prueba complementaria se recomienda realizar la determinación de microorganismos mesofílicos, cuyo valor máximo aceptable será de 100 UFC en 100 cm³.

Parágrafo 2. Ninguna muestra de agua para consumo humano debe contener *E. coli* en 100 cm³ de agua, independientemente del método de análisis utilizado.

CAPITULO IV. Instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano

Artículo 13. Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano, IRCA. Para el cálculo del IRCA al que se refiere el artículo 12 del Decreto 1575 de 2007 se asignará el puntaje de riesgo contemplado en la Tabla 5 a cada

característica física, química y microbiológica, por no cumplimiento de los valores aceptables establecidos en la presente resolución:

Tabla 5. Puntaje de riesgo

Características Físicas, Químicas y Microbiológicas	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
Nitratos	1
Nitritos	3
Aluminio (Al ³⁺)	3
Fluoruros	1
COT	3
Coliformes Totales	15
Escherichia Coli	25
Sumatoria de puntajes asignados	100

Fuente: Resolución 2115 de 2007

El valor del IRCA es cero (0) puntos cuando cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas en la presente resolución y cien puntos (100) para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos.

Artículo 14. Cálculo del IRCA. El cálculo del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano, IRCA, se realizará utilizando las siguientes fórmulas:

El IRCA por muestra:

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

El IRCA mensual:

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\text{S de los IRCAs obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\text{Número total de muestras realizadas en el mes}} * 100$$

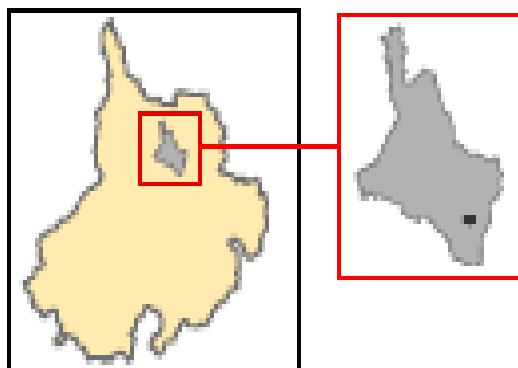
Artículo 15. Clasificación del nivel de riesgo. Teniendo en cuenta los resultados del IRCA por muestra y del IRCA mensual, se define la siguiente clasificación del nivel de riesgo del agua suministrada para el consumo humano por la persona prestadora y se señalan las acciones que debe realizar la autoridad sanitaria competente:

Tabla 6. Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual y acciones que deben adelantarse

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA Mensual (Acciones)
80.1 -100	Inviabile Sanitariamente	Informar a la persona prestadora, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, 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.

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA Mensual (Acciones)
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.

Fuente: Resolución 2115 de 2007.



7.1.2. Extensión y límites. El Municipio de Lebrija cuenta con una extensión aproximada de 549,85 Km² (54,985 Ha).

Lebrija limita por el oriente con el municipio de Girón; por el occidente, con el municipio de Sabana de Torres; por el norte con el municipio de Rionegro, y por el sur con Girón.

7.1.3. Actividad Económica. La actividad económica principal en el Municipio es de tipo agrícola específicamente cultivos de clima medio y con un régimen de lluvias que fluctúan entre 800 mm y 2400 mm año, temperatura media de 18-24° C y suelos con pendientes desde 2% hasta el 60% o superiores.

Lebrija con excelente ubicación geográfica posee características agroecológicas favorables que han permitido el desarrollo de diversidad en productos agrícolas, destacándose a nivel nacional por la producción de piña Perolera ocupando el primer lugar en Colombia, así como en mandarina común. Primer lugar en Santander en la producción de limón Tahití, naranja valenciana, guanábana y guayaba pera. Esto demuestra que la economía del Municipio se mueve alrededor de la agricultura.

7.1.4. Pluviosidad. Los vientos Alisios provenientes de centros localizados fuera del continente, en los océanos Atlántico y Pacífico, son los responsables de la aparición de los periodos lluviosos en el departamento de Santander; su paso hacia el norte por la serranía de la Paz determina la primera temporada de lluvias en el año, que tiene lugar entre los meses de marzo y junio, mientras que el regreso de éstos al sur, en los meses de septiembre a noviembre, determina la segunda estación lluviosa del año.

8. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE LEBRIJA

8.1. FUENTE DE ABASTACIMIENTO

La fuente de abastecimiento del sistema de acueducto es la Quebrada La Angula, la cual nace en la vereda el Pantano del municipio de Girón a la altura de los 1280 m.s.n.m. sobre esta quebrada se tiene un embalse ubicado en el sitio conocido como Piedras Negras, a la cota 1090, desde el cual se suministra agua por gravedad a la planta de tratamiento.

Sobre esta misma quebrada y en el sitio conocido como Pozo del Águila se tiene un sistema alternativo de captación y conducción por bombeo a la cota 1028 m.s.n.m., el cual solo opera cuando las condiciones del nivel en el embalse sean mínimas, es decir se encuentre cerca al nivel de embalse muerto. Este sistema permanece como complementario para que en conjunto con el sistema de gravedad (Piedras Negras) se pueda atender la demanda en los periodos secos.

8.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

La planta de tratamiento de agua potable del Municipio de Lebrija se encuentra localizada al sur del municipio a 500 m por la vía que conduce al casco urbano hacia el corregimiento Motoso, en la cota 1050 m.s.n.m.

La Planta es de tipo convencional, fue construida en el año de 1966 con una capacidad de 12 l/s, en el año de 1988 fue ampliada a 30 l/s, en el año de 1998 se amplió nuevamente a 60 l/s y se optimizó en el año 2009 a un caudal de 70 l/s.

Actualmente la planta se encuentra operando a un caudal promedio de 35 l/s.

8.2.1. Componentes de la Planta. A continuación se describirán los diferentes procesos unitarios que conforman el sistema de tratamiento de la planta de agua potable del municipio de Lebrija.

8.2.1.1. Unidad de Aireación: La planta de tratamiento cuenta actualmente con 3 unidades de aeración como se observa en la Figura 2.

Figura 2. Cámara de aireación



Cada unidad está conformada 5 bandejas cuyas dimensiones son:

- Longitud: 2 m
- Ancho: 2 m
- Profundidad: 0,25 m

Las últimas 4 filas de bandejas contienen carbón coque, la distancia entre cada bandeja es de 26 cm.

Al final, el sistema cuenta con una bandeja inferior que actúa como pre-sedimentador cuyas dimensiones son:

- Longitud: 8 m
- Ancho: 2,9 m
- Profundidad: 52 cm

Observación: Actualmente el sistema no cuenta con un sistema que garantice el reparto del caudal a cada unidad de aireación por lo que el flujo de agua no se encuentra repartido de forma uniforme sobre las bandejas.

8.2.1.2. Mezcla y Dosificación de productos químicos: El agua proveniente de la cámara de aireación se recibe en un canal de aproximación en concreto cuyas dimensiones son 0,6 m de ancho y 5 m de largo como se observa en la Figura 3 y equipado con un vertedero rectangular, en esta estructura se determina el caudal y se realiza la dosificación de los productos químicos.

Figura 3. Mezcla y dosificación de productos químicos



Observación: La planta cuenta con un dosificador de sulfato de aluminio, cuyo objetivo es el de suministrar la cantidad adecuada de coagulante.

Durante la visita de diagnóstico el operario expresa que el dosificador de sulfato de aluminio se encuentra descalibrado.

8.2.1.3. Unidad de Mezcla lenta – Floculación. Actualmente la planta de tratamiento cuenta con un floculador de seis (6) cámaras con orificios de paso en cada una de las unidades que permiten el paso del agua a una velocidad y gradiente adecuados.

Figura 4. Unidad de mezcla lenta - floculación



8.2.1.4. Unidades de Sedimentación: La planta de tratamiento de agua potable, actualmente cuenta con dos unidades independientes de sedimentación acelerada. El paso del agua del floculador a los sedimentadores se hace a través de tres (3) orificios.

Figura 5. Unidad de sedimentación



Observación: La estructura presenta grietas, sus muros están deteriorados.

8.2.1.5. Unidades de Filtración: Actualmente existen en la PTAP dos baterías de filtros, la primera de 6 filtros y la segunda de 4 filtros. Ambas baterías funcionan hidráulicamente con tasa declinante.

Los filtros están ubicados al final de una canaleta que recibe el agua sedimentada donde se suministra cal apagada (Ca(OH)_2).

Figura 6. Batería de filtración



Los filtros tienen un lecho filtrante compuesto por una capa de grava, una de arena y en la parte superior una capa de antracita.

Las dimensiones son:

Batería de filtros 1.

Ancho: 1,17 m

Longitud: 1,17 m

Altura total: 6,68 m

Batería de filtros 2.

Ancho: 1,65 m

Longitud: 1,7 m

Altura total: 6,68 m

Observación: De los diez filtros, solo se encuentran funcionando cinco.

El sistema de filtración no cuenta con indicadores de pérdida de carga, necesarios para conocer el momento en que ha de procederse al lavado.

8.2.1.6. Sistema de Desinfección (Cloración): Una vez se ha obtenido agua filtrada, es necesario realizar un último proceso donde el agua se desinfecta para así garantizar que esté libre de patógenos que no hayan sido removidos en los procesos previos.

Adicionalmente el desinfectante debe tener un efecto residual que garantice que el agua durante su trayecto a los tanques y luego a los usuarios finales continuará siendo potable y libre de patógenos.

La planta emplea 7,55 Kg/día de cloro gaseoso para el proceso de desinfección. Actualmente existe un clorador marca Regal modelo 210.

8.2.1.7. Tanques de Almacenamiento: Una vez el agua ha sido tratada y es apta para consumo humano, se requiere de un sistema de almacenamiento que permita la distribución a la red de acueducto.

Actualmente existen dos grupos de tanques, los tanques enterrados y los tanques elevados. Los tanques elevados suministran el agua a los lugares del municipio que no pueden obtener agua por gravedad. Actualmente los tanques elevados son 3 y funcionan de manera independiente. La capacidad de almacenamiento de los tanques superficiales es de 450m³ y los elevados 198,7m³.

Figura 7. Tanques de almacenamiento elevado



Figura 8. tanques de almacenamiento enterrados



8.3. DESCARGA DE LODOS

Los lodos provenientes del lavado del floculador, sedimentador y filtros son enviados al alcantarillado sin ningún tipo de tratamiento.

9. METODOLOGÍA

Para evaluar la eficiencia de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Lebrija se cumplió con las etapas propuestas:

ETAPA 1. Se realizó la revisión bibliográfica de la normatividad vigente referida al control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

ETAPA 2. Se realizaron visitas a la planta de tratamiento con el fin de realizar el reconocimiento del sitio y obtener la mayor información sobre el sistema de tratamiento empleado.

ETAPA 3. Muestreo. El muestreo se realizó los días 29 de Agosto y 19 de Septiembre, donde se tomaron muestras puntuales para la realización de análisis Físicoquímico y Microbiológico en cada uno de los puntos seleccionados (Entrada a la planta, a la salida del floculador, a la salida del sedimentador, a la salida de los filtros y en la red de distribución).

Para el análisis Microbiológico (*E-coli* y Recuento de coliformes totales). Las muestras de agua se tomaron en recipientes de vidrio de 500 ml previamente esterilizados, para el análisis Físicoquímico, las muestras de agua se tomaron en recipientes de plástico de 1000 ml.

Las muestras se mantuvieron refrigeradas y fueron transportadas hasta el laboratorio de Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda. donde se realizó el análisis Físicoquímico y Microbiológico.

Los parámetros evaluados fueron los siguientes: Temperatura (SM 2550 B), pH (SM 4500 H⁺ B / Potenciométrico), turbiedad (SM 2130 B / Turbidimétrico), color

aparente (SM 2120 C / Espectrofotométrico), conductividad (SM 2510 B / conductimétrico), alcalinidad total (SM 2320 B / Titulométrico), dureza total (SM 2340 C / Titulométrico EDTA), hierro total (SM 3500 Fe-B / Espectrofotométrico), nitritos (SM 4500 NO₂⁻B / Espectrofotométrico), sulfatos (SM 4500 SO₄⁼-E / Turbidimétrico), cloruros (SM 4500Cl⁻-B / argentométrico), recuento coliformes totales (SM 9222 B / Filtración por membrana) y *E-coli* (SM 9222 B / Filtración por membrana).

ETAPA 4. Análisis de los resultados. Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores máximos permisibles exigidos en la legislación colombiana, Decreto 1575/2007 y la Resolución 2115/2007 con el fin de conocer la calidad del agua que se está suministrando a los usuarios del municipio de Lebrija.

ETAPA 5. Se evaluó la eficiencia del sistema de tratamiento de la PTAP del municipio de Lebrija teniendo en cuenta los resultados obtenidos (remoción de turbiedad, hierro total y color aparente) con el histórico de los análisis Físicoquímicos y Microbiológicos.

ETAPA 6. Se determinaron los hallazgos encontrados y se formularon alternativas para el mejoramiento del sistema de tratamiento de agua potable del Municipio de Lebrija.

10.RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En las tablas 7 y 8, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras tomadas, comparados con la Resolución 2115 de 2007 permite efectuar la evaluación de la calidad del agua que está consumiendo la población que se abastece del acueducto del municipio de Lebrija.

Tabla 7. Resultado de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos del muestreo del 29 de agosto de 2011 en cada uno de los puntos seleccionados

ANÁLISIS	UNIDADES	AGUA CRUDA	SÁLIDA FLOCULADOR	SÁLIDA SEDIMENTADOR	SÁLIDA FILTROS	RED DE DISTRIBUCIÓN	Resolución 2115 de 2007
Temperatura	°C	23,1	23,0	23,4	23,6	24,4	40 °C
pH	Unidades de pH	6,81	6,50	6,23	6,27	7,05	6,5 – 9,0
Color Aparente	Pt - Co	510	241	52	13	56	15 MAX
Turbiedad	NTU	73,9	47,6	11,4	4,78	7,52	2 MAX
Conductividad	µS/cm	47,2	60,9	103,4	84,3	80,5	1000 MAX
Hierro Total	mg Fe/L	4,32	2,2	0,53	0,22	0,33	0,3 MAX
Aluminio	mg Al ³⁺ /L	0,40	4,30	7,40	5,45	4,28	0,2
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	20	40	48	48	23	300 MAX
Cloruros	mg Cl ⁻ /L	5,62	7,49	7,49	9,36	8,9	250 MAX
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	18,43	4,85	5,82	11,64	13,6	200 MAX
Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ /L	15,55	21,79	46,67	43,72	17,1	250 MAX
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO							
Recuento coliformes totales	UFC /100 ml	23x10 ⁵	7x10 ⁵	2x10 ⁵	1x10 ³	0	0
<i>E-coli</i>	UFC /100 ml	18x10 ⁵	4x10 ⁵	1x10 ⁵	1x10 ³	0	0

Tabla 8. Resultado de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos del muestreo del 19 de septiembre de 2011 en cada uno de los puntos seleccionados

ANÁLISIS	UNIDADES	AGUA CRUDA	SÁLIDA FLOCULADOR	SÁLIDA SEDIMENTADOR	SÁLIDA FILTROS	RED DE DISTRIBUCIÓN	Resolución 2115 de 2007
Temperatura	°C	26,3	26,1	26,3	26,5	26,6	40 °C
pH	Unidades de pH	6,64	6,21	6,29	6,49	6,88	6,5 – 9,0
Color Aparente	Pt - Co	184	157	78	15	24	15 MAX
Turbiedad	NTU	38,4	25,8	9,87	2,10	3,59	2 MAX
Conductividad	µS/cm	46,1	52,5	52,4	75,8	76,7	1000 MAX
Hierro Total	mg Fe/L	2,44	1,70	1,09	0,18	0,26	0,3 MAX
Aluminio	mg Al ³⁺ /L	0,35	5,50	8,57	6,50	5,62	0,2
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	32	34	36	40	24	300 MAX
Cloruros	mg Cl ⁻ /L	5,96	4,96	4,47	3,97	13,3	250 MAX
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	23,4	13,65	17,55	29,25	14,6	200 MAX
Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ /L	1,17	8,57	9,72	10,18	12,7	250 MAX
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS							
Recuento coliformes totales	UFC /100 ml	17x10 ⁵	4X10 ⁵	2X10 ⁵	1x10 ³	0	0
<i>E-coli</i>	UFC /100 ml	12x10 ⁵	3X10 ⁵	2X10 ⁵	1x10 ³	0	0

Figura 9. Histórico de turbiedad

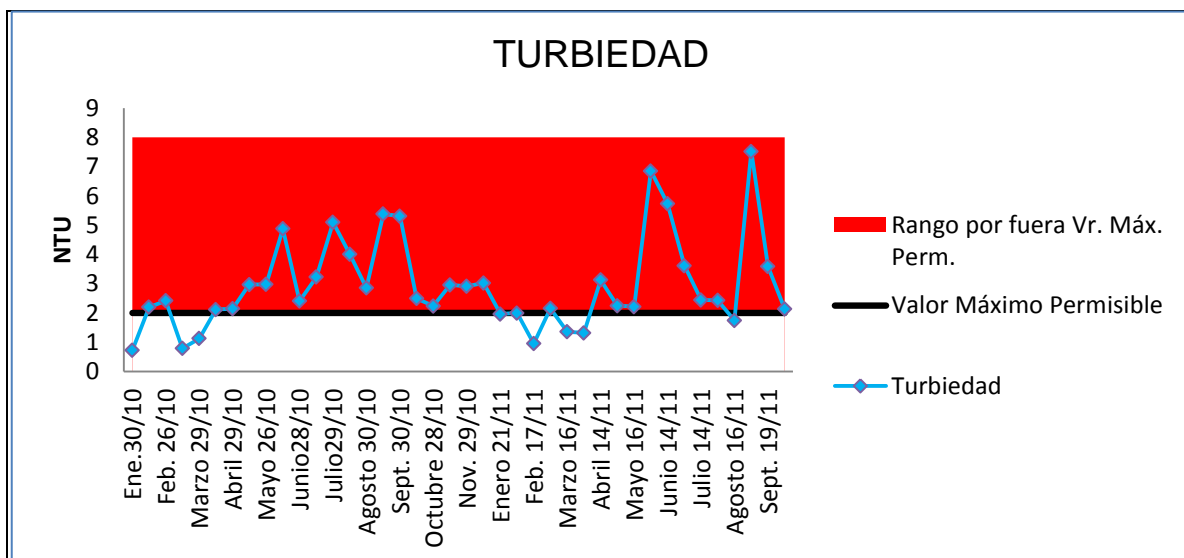


Figura 10. Histórico de color

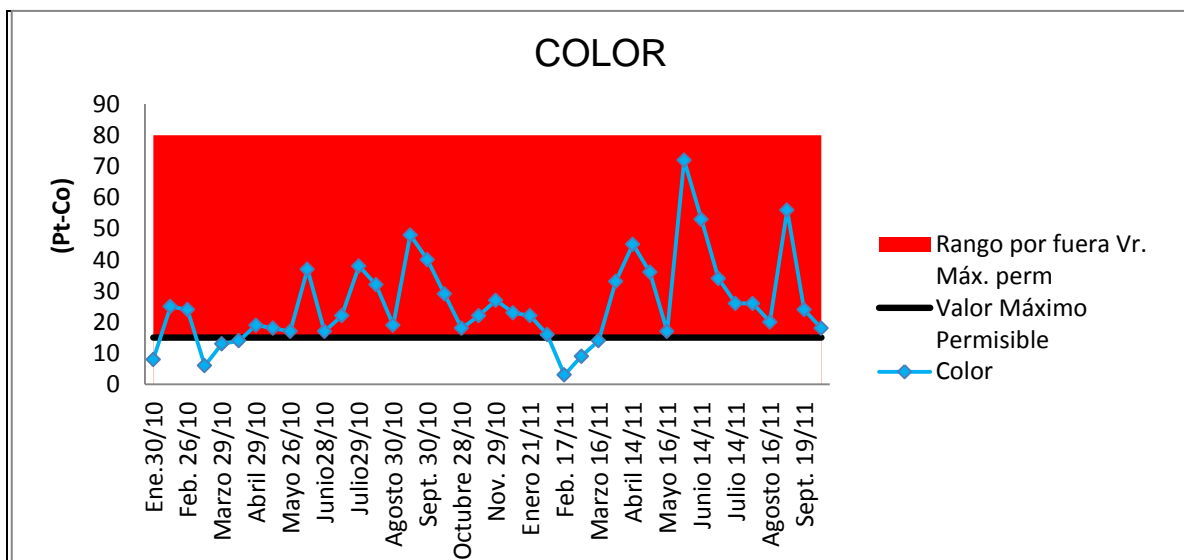


Figura 11. Histórico de hierro total

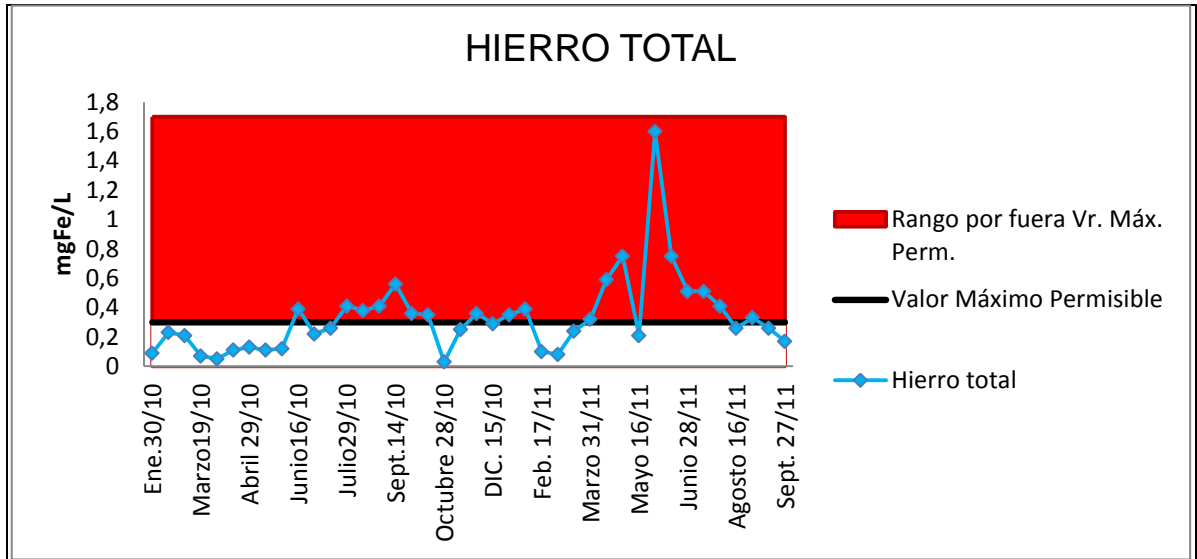


Figura 12. Histórico de cloro residual

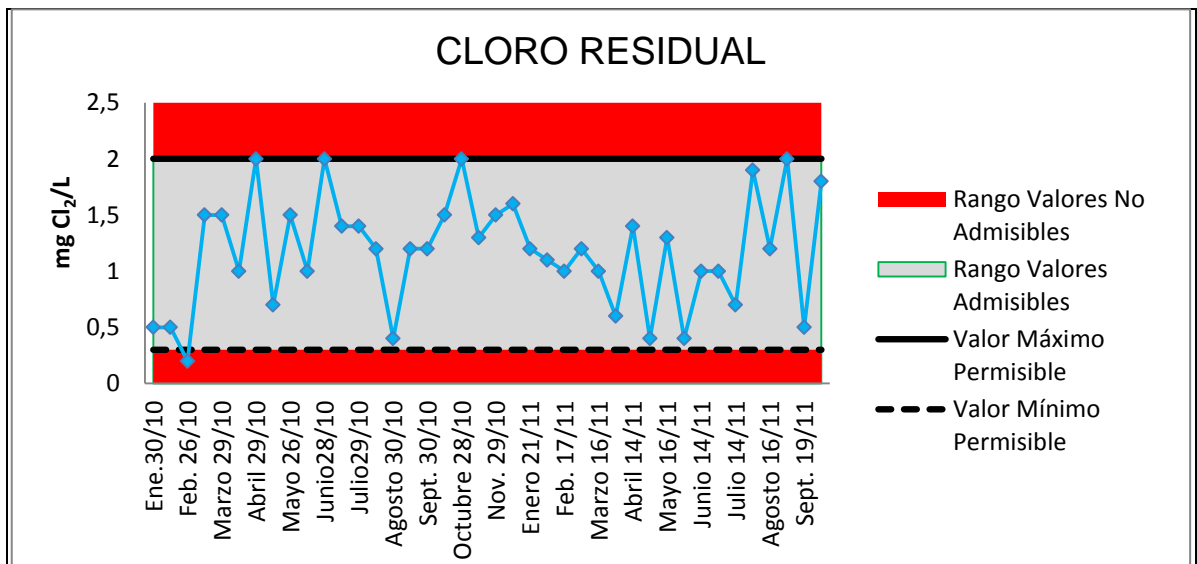


Figura 13. Histórico Escherichia Coli

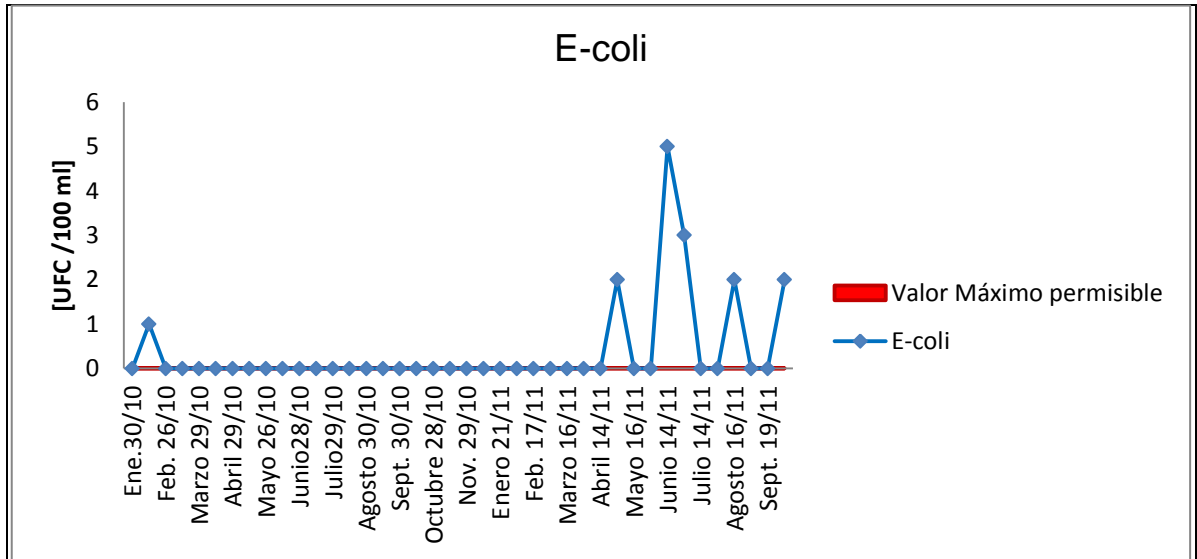
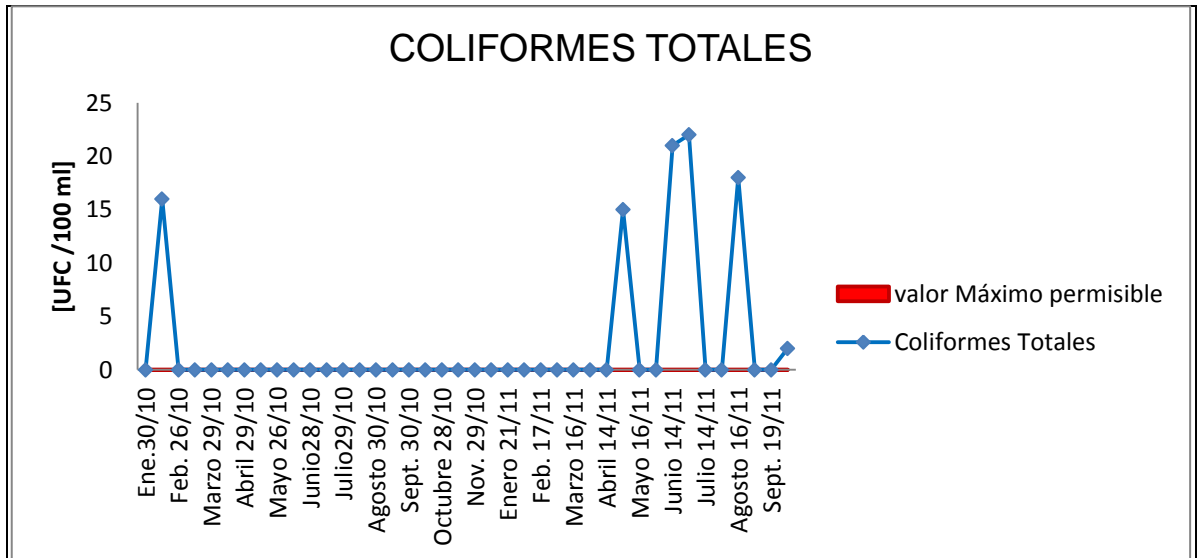


Figura 14. Histórico Coliformes Totales



Aunque se presenta una reducción en los parámetros de turbiedad, hierro total y color aparente en cada uno de los procesos unitarios que conforman el sistema de tratamiento de agua potable, al final entre el agua que sale de los filtros y el agua entregada a los usuarios se presenta un incremento en sus niveles lo cual sugiere

que existe contaminación entre los tanques de almacenamiento y la red de distribución.

Analizando los resultados obtenidos de los muestreos realizados en la red de distribución y comparados con el histórico (Figuras 9 y 10), se observa que los parámetros de turbiedad y color aparente, la mayor parte del tiempo exceden los valores máximos permisibles establecidos en la Resolución 2115 de 2007 lo que genera rechazo desde el punto de vista estético por parte de los consumidores (evidenciado en la acción popular No. 21118) y a su vez implica riesgos para su salud.

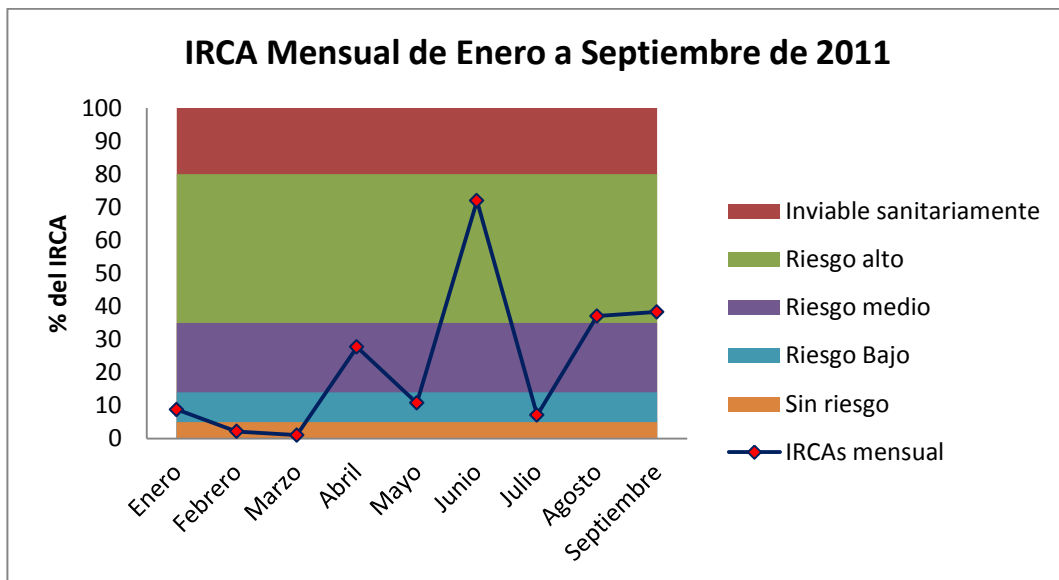
Analizando los resultados obtenidos de *E-coli* y Coliformes totales en cada uno de los puntos seleccionados, se observa una reducción de bacterias a medida que pasa por las unidades de floculación, sedimentación y filtros hasta la ausencia de estas bacterias en la red de distribución; Si comparamos los resultados obtenidos en los muestreos con el histórico de *E-coli* (figura 13), Coliformes totales (figura 14) y cloro residual (figura 12) podemos observar que el proceso de desinfección no se realiza eficazmente, pues los operarios no tienen en cuenta la calidad del agua cruda a tratar por lo que la dosificación de cloro aplicado no siempre garantiza un efecto residual en caso de presentarse una eventual contaminación después de realizado el proceso de desinfección.

El resto de parámetros evaluados como conductividad, dureza total, cloruros, alcalinidad total, sulfatos, *E-coli* y recuento de coliformes totales, de acuerdo con la Resolución 2115 de 2007 se encuentran dentro de los límites establecidos.

10.1. DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE RIESGO PARA LA CALIDAD DEL AGUA (IRCA)

Se evaluó la calidad del agua producida y distribuida por la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Lebrija “EMPULEBRIJA” siguiendo los lineamientos del Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007, a través del cálculo del Índice de Riesgo de Calidad del Agua “IRCA” cuyo comportamiento se presenta en la Figura 15, observándose que el agua suministrada a los usuarios fluctúa entre clasificación de nivel de riesgo “SIN RIESGO” para los meses de Febrero y Marzo, “RIESGO BAJO” en los meses de Enero, Mayo y Julio, “RIESGO MEDIO” durante el mes de Abril y “RIESGO ALTO” en los meses de Agosto y Septiembre lo que significa que el agua que consumen los usuarios del municipio de Lebrija la mayor parte del tiempo no es apta para el consumo humano.

Figura 15. Índice de Riesgo de la calidad del agua para consumo IRCA (%) promedio mensual



10.2. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA EN CADA UNO DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA.

En las tablas 9 y 10 se muestran los resultados obtenidos de la eficiencia de remoción de turbiedad, color aparente, hierro total, *E-coli* y recuento de coliformes totales en cada uno de los procesos unitarios de la planta de tratamiento.

La eficiencia se determinó utilizando las siguientes expresiones

$$\% \text{Eficiencia Turbiedad} = \frac{\text{Turbiedad (afluente)} - \text{Turbiedad (efluente)}}{\text{Turbiedad (afluente)}} * 100 \%$$

$$\% \text{Eficiencia Color aparente} = \frac{\text{Color (afluente)} - \text{Color (efluente)}}{\text{Color (afluente)}} * 100 \%$$

$$\% \text{Eficiencia Hierro total} = \frac{\text{Hierro (afluente)} - \text{Hierro (efluente)}}{\text{Hierro (afluente)}} * 100 \%$$

$$\% \text{Eficiencia coliformes totales} = \frac{\text{Coliformes totales (afluente)} - \text{coliformes totales (efluente)}}{\text{coliformes totales (afluente)}} * 100 \%$$

$$\% \text{Eficiencia E - coli} = \frac{\text{E - coli (afluente)} - \text{E - coli (efluente)}}{\text{E - coli (afluente)}} * 100 \%$$

Tabla 9. Eficiencia de remoción de turbiedad, color aparente, hierro total, *E-coli* y Coliformes totales, obtenidos del muestreo del 29 de Agosto de 2011 en cada unidad del sistema de tratamiento de la planta.

	FLOCULADOR			SEDIMENTADOR			FILTRACIÓN		
	Afluente	Efluente	Eficiencia	Afluente	Efluente	Eficiencia	Afluente	Efluente	Eficiencia
Turbiedad	73,9 (NTU)	47,6 (NTU)	36 %	47,6 (NTU)	11,4 (NTU)	76 %	11,4 (NTU)	4,78 (NTU)	58 %
Color Aparente	510 (Pt-Co)	241 (Pt-Co)	53 %	241 (Pt-Co)	52 (Pt-Co)	78 %	52 (Pt-Co)	13 (Pt-Co)	75 %
Hierro Total	4,32 (mgFe/L)	2,2 (mgFe/L)	49 %	2,2 (mgFe/L)	0,53 (mgFe/L)	76 %	0,53 (mgFe/L)	0,22 (mgFe/L)	59 %
Recuento coliformes totales	23x10 ⁵ UFC /100 ml	7x10 ⁵ UFC /100 ml	70 %	7x10 ⁵ UFC /100 ml	2x10 ⁵ UFC /100 ml	71 %	2x10 ⁵ UFC /100 ml	1x10 ³ UFC /100 ml	96 %
<i>E-coli</i>	18x10 ⁵ UFC /100 ml	4x10 ⁵ UFC /100 ml	78 %	4x10 ⁵ UFC /100 ml	1x10 ⁵ UFC /100 ml	75 %	1x10 ⁵ UFC /100 ml	1x10 ³ UFC /100 ml	99 %

Tabla 10. Eficiencia de remoción de turbiedad, color aparente, hierro total, *E-coli* y Coliformes totales, obtenidos del muestreo del 19 de Septiembre de 2011 en cada unidad del sistema de tratamiento de la planta.

	FLOCULADOR			SEDIMENTADOR			FILTRACIÓN		
	Afluente	Efluente	Eficiencia	Afluente	Efluente	Eficiencia	Afluente	Efluente	Eficiencia
Turbiedad	38,4 (NTU)	25,8 (NTU)	33 %	25,8 (NTU)	9,87 (NTU)	62 %	9,87 (NTU)	2,10 (NTU)	79 %
Color Aparente	184 (Pt-Co)	157 (Pt-Co)	15 %	157 (Pt-Co)	78 (Pt-Co)	50 %	78 (Pt-Co)	15 (Pt-Co)	81 %
Hierro Total	2,44 (mgFe/L)	1,70 (mgFe/L)	30 %	1,70 (mgFe/L)	1,09 (mgFe/L)	36 %	1,09 (mgFe/L)	0,18 (mgFe/L)	84 %
Recuento coliformes totales	17x10 ⁵ UFC /100 ml	4x10 ⁵ UFC /100 ml	76 %	6x10 ⁵ UFC /100 ml	2x10 ⁵ UFC /100 ml	67 %	2x10 ⁵ UFC /100 ml	1x10 ³ UFC /100 ml	96%
<i>E-coli</i>	12x10 ⁵ UFC /100 ml	3x10 ⁵ UFC /100 ml	75 %	3x10 ⁵ UFC /100 ml	2x10 ⁵ UFC /100 ml	75 %	2x10 ⁵ UFC /100 ml	1x10 ³ UFC /100 ml	96 %

En la unidad de Floculación se obtuvieron los porcentajes de remoción más bajos respecto a turbiedad, hierro total y color como se puede observar en la tabla 9 y

10, afectando la eficiencia de las unidades de sedimentación y filtración, ya que una coagulación inadecuada perjudica la eficiencia de los procesos siguientes.

10.3. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Para evaluar la eficiencia de la planta se tuvo en cuenta la remoción de entrada como la remoción de salida respecto a los parámetros que se indican en la tabla 11.

Tabla 11. Resultados de la eficiencia de la planta de tratamiento en cuanto a remoción de turbiedad, color aparente, hierro total, *E-coli* y Coliformes totales.

Fecha De Muestreo	Agosto 29 de 2011				Septiembre 19 de 2011			
Parámetros	Afluente	Efluente	Cumple (Resolución 2115/2007)	Eficiencia	Afluente	Efluente	Cumple (Resolución 2115/2007)	Eficiencia
Turbiedad	73,9 (NTU)	7,52 (NTU)	No	90 %	38,4 (NTU)	3,59 (NTU)	No	91 %
Color Aparente	510 (Pt-Co)	56 (Pt-Co)	No	89 %	184 (Pt-Co)	24 (Pt-Co)	No	87 %
Hierro Total	4,32 (mgFe/L)	0,33 (mgFe/L)	No	92 %	2,44 (mgFe/L)	0,26 (mgFe/L)	Si	89 %
Recuento coliformes totales	23x10 ⁵ UFC /100 ml	0 UFC /100 ml	Si	100 %	17x10 ⁵ UFC /100 ml	0 UFC /100 ml	Si	100 %
<i>E-coli</i>	18x10 ⁵ UFC /100 ml	0 UFC /100 ml	Si	100 %	12x10 ⁵ UFC /100 ml	0 UFC /100 ml	Si	100 %

Aunque se obtuvieron porcentajes de remoción altos para Turbiedad (90 % y 91 %), hierro total (92 % y 89 %) y color aparente (89 % y 87 %), estos parámetros se encuentran por encima de los valores máximos permisibles de acuerdo a la Resolución 2115 de 2007 para aguas destinadas al consumo humano.

11. CONCLUSIONES

- Según los resultados de laboratorio obtenidos, el agua que entrega la planta de tratamiento de agua excede los valores máximos permisibles establecidos en la Resolución 2115 de 2007 para los parámetros de turbiedad, hierro total y color aparente.
- Respecto a la eficiencia general de la planta se puede decir que aunque se obtuvieron porcentajes de remoción altos para Turbiedad (90 % y 91 %), hierro total (92 % y 89 %) y color aparente (89 % y 87 %), estos parámetros se encuentran por encima de los valores máximos permisibles de acuerdo a la Resolución 2115 de 2007 para aguas destinadas al consumo humano.
- Al relacionar el histórico de turbiedad, hierro total y color aparente con los resultados en este estudio se concluye que los problemas que se presentan en el agua han trascendido por más de 1 ½ año.
- En la visita realizada a la planta se detectó que el proceso de dosificación de los químicos se realiza al tanteo y no están utilizando ningún método de tratabilidad (Prueba de Jarras), lo cual genera sobrecostos de operación a la planta y esto a su vez incide sobre la calidad del agua tratada. El no tener un conocimiento de la cantidad de coagulante necesario en la unidad de coagulación, se evidencia en el incremento del aluminio residual en las unidades subsiguientes a la de coagulación.
- El IRCA mensual, determinado para el periodo de Enero a Septiembre de 2011, clasifica el agua producida y distribuida por la Empresa de servicios públicos Domiciliarios de Lebrija “Empulebrija” como un agua que presenta algún

tipo de riesgo para la salud y a su vez la convierte en un agua no apta para el consumo humano.

12. RECOMENDACIONES

- La eficiencia de la planta de tratamiento se ve afectada debido a que el proceso de coagulación-floculación no se realiza de manera adecuada por lo que se recomienda implementar nuevamente el uso de la prueba de jarras con el fin de determinar la concentración y cantidad óptima de coagulante a utilizar y de esta forma realizar un mejor proceso de potabilización de agua con el fin de obtener una calidad de agua tratada que se encuentre dentro de los estándares exigidos en la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la protección social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- En la visita realizada a la planta se encontró que solo cinco filtros de los diez que conforman el sistema actual de filtración se encuentra operando al 100%, por lo que se recomienda realizar la reparación de los filtros dañados y a su vez establecer e implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo tanto para las instalaciones de la planta como para los equipos utilizados con el fin de asegurar el correcto funcionamiento del sistema de tratamiento y un mejor proceso de potabilización del agua.
- Capacitar a los operarios sobre los principios básicos de operación de los procesos unitarios que conforman el sistema de tratamiento de agua potable y de la importancia de realizar la prueba de jarras con el fin de realizar un mejor proceso de potabilización del agua.
- Aumentar la frecuencia de lavado y desinfección de los tanques de almacenamiento teniendo en cuenta que estos constituyen un eslabón fundamental en la cadena de la seguridad sanitaria.

- Realizar pruebas de cloración al punto de quiebre para asegurar la dosis adecuada que garantice cloro residual libre de acuerdo a la norma.

13. BIBLIOGRAFÍA

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico República de Colombia. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000, Sección II Título C. Bogotá, 2000.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1575 (9, mayo, 2007). Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 2115(22, junio, 2007). Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

PEREZ P., Jorge. Manual de potabilización del agua. 3 ed. Medellín, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Facultad de Minas. 1997.

RODIER. J. Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, 1998.

ROMERO R., Jairo A. Acuiquímica. 1 ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá, Colombia. 1996

ROMERO R., Jairo A. Acui purificación. 2 ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá, Colombia. 1997

ROMERO R., Jairo A. Calidad del agua. 2 ed. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá, Colombia. 2002.

ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO GENERAL DE EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Departamento: Santander

Municipio: Lebrija

Identificación de la planta: Planta de Tratamiento de Agua Potable del Municipio de Lebrija.

Tipo de planta: Convencional; **Caudal de la planta:** 35 l/s; Ha sido ampliado el caudal SI;

Horas de trabajo de la planta: 24 Horas

AFORO	Vertedero: <input checked="" type="checkbox"/>	Canaleta Parshall: ____	Mecánico: ____	Eléctrico: ____
MEZCLA RÁPIDA		Mecánica ____	Hidráulica <input checked="" type="checkbox"/>	
✓ La aplicación del coagulante se realiza dentro del punto de máxima turbulencia				
FLOCULACIÓN				
MECÁNICO	De eje vertical ____	De eje horizontal ____	De turbinas ____	
	No de cámaras: ____	Tiempo total: ____	Dimensiones: Largo: _____ m; Acho: _____ m; Alto: _____ m;	
HIDRÁULICO	De tabiques: ____ ; Horizontal: ____ ; Vertical: ____ ;			
	No de secciones: ____	Tiempo total: ____	Dimensiones: Largo: _____ m; Acho: _____ m; Alto: _____ m;	
ALABAMA	No de cámaras: ____; Tiempo total: ____			
	Dimensiones: Largo: _____ m; Acho: _____ m; Alto: _____ m;			
COX	No de cámaras: ____; Tiempo total: ____			
	Dimensiones: Largo: _____ m; Acho: _____ m; Alto: _____ m;			
HELICOIDAL	No de cámaras: <u>6</u> ; Tiempo total: ____			
	Dimensiones: Largo: _____ m; Acho: _____ m; Alto: _____ m;			

MANTO DE LODOS	No de cámaras: <u> </u> ; Tiempo total: <u> </u>
	Dimensiones: Largo: <u> </u> m; Acho: <u> </u> m; Alto: <u> </u> m;
SEDIMENTACIÓN	
CONVENCIONAL (Tanques Largos)	No de tanques: <u>2</u> ; Forma: <u>Rectangular</u>
	Tanque No 1.
	Largo: <u>12,47</u> m Ancho: <u>2,95</u> m Alto: <u>2,25</u> m
	Área Superficial: <u>36,79</u> m ² Volumen: <u>82,77</u> m ³ Caudal: <u>10</u> l/s
	Tanque No. 2
	Largo: <u>12,47</u> m Ancho: <u>2,95</u> m Alto: <u>2,01</u> m
	Área Superficial: <u>36,79</u> m ² Volumen: <u>73,94</u> m ³ Caudal: <u>10</u> l/s
	Observación: Cada sedimentador está conformado por láminas de Asbesto Cemento y los muros en concreto armado.
ACELERADO	Módulos prefabricados: Área: <u> </u> m ²
	Láminas planas: Área: <u> </u> m ²
	Láminas onduladas: PVC <u> </u> m ² AC <u> </u> m ²
Sistema de Limpieza del sedimentador: El lavado de los sedimentadores se realiza manualmente. Frecuencia de lavado: Cada 2 meses. Los lodos son descargados al sistema de alcantarillado.	
FILTRACIÓN	
Gravedad:	Ascendente <input checked="" type="checkbox"/> Descendente: <input type="checkbox"/>
Presión:	Hidrostático <input type="checkbox"/> Bomba <input type="checkbox"/>
Número de unidades: <u>10</u> ; Batería 1: Ancho: <u>1,17</u> m ; Longitud: <u>1,17</u> m ; Altura total: <u>6,68</u> m Batería 2: Ancho: <u>1,65</u> m ; Longitud: <u>1,7</u> m ; Altura total: <u>6,68</u> m	
Medio Filtrante: Una capa de grava, una de arena y en la parte superior una capa de antracita.	
Edad del medio filtrante: <u>1 año</u> ;	
Sistema de lavado: <u>Retrolavado</u> ; Frecuencia de lavado del filtro: <u>Cada 12 horas</u>	
Observación: De los 10 filtros, actualmente solo operan 5.	
FILTROS LENTOS:	Número de unidades: <u> </u> ; Área unitaria <u> </u> m ² Existen prefiltros: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> ; Largo <u> </u> m; Ancho <u> </u> m Material prefiltros: <u> </u> Espesor lecho: <u> </u> Flujo: Horizontal <input type="checkbox"/> ; Ascendente <input type="checkbox"/> ; Descendente <input type="checkbox"/> Rata de filtración <u> </u> m/h

Observación: Los filtros no cuenta con: Indicadores de pérdida de carga, indicadores de velocidad y reguladores de caudal.

PRODUCTOS QUÍMICOS

Coagulante utilizado: Sulfato de aluminio tipo B

Se utilizan: 50 Kgs disueltos por cada 24 horas, mediante una bomba de diafragma.

- La planta cuenta con un dosificador de sulfato de aluminio, cuyo objetivo es suministrar la cantidad adecuada de coagulante.

Observación: Operador expresa que el dosificador se encuentra descalibrado.

Corrección de pH: la corrección del pH se realiza con cal hidratada antes de la filtración.

La planta cuenta con un dosificador de cal hidratada.

Desinfección (Cloración): Utiliza Cloro gaseoso

Equipo: Clorador marca Regal modelo 210.

La planta emplea 7,55 Kg/día de cloro gaseoso para el proceso de desinfección.

EQUIPOS DE LABORATORIO

- Espectrofotómetro
 - Turbidímetro*
 - Equipo para prueba de Jarras*
- (*) Equipos fuera de uso

ANÁLISIS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE LA PLANTA

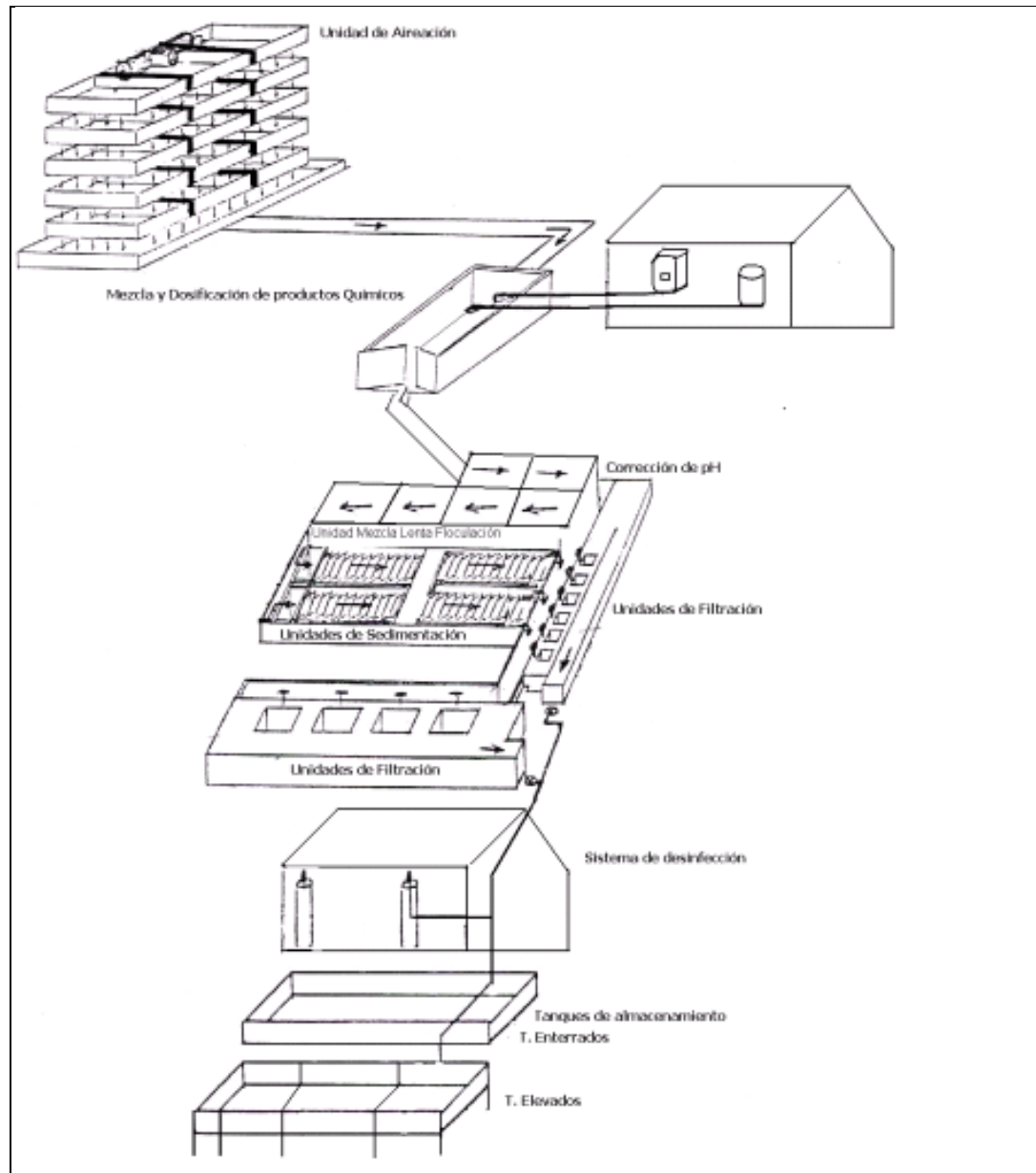
- ✓ pH
 - ✓ Cloro residual
 - ✓ Hierro
 - ✓ Color
 - Turbiedad*
 - Prueba de Jarras*
- (*) Equipos fuera de uso

Nota: La limpieza general de planta se realiza cada dos meses.

La limpieza de los tanques de almacenamiento se realiza cada dos meses y de forma manual.

Los lodos provenientes del lavado del floculador, sedimentador y filtros son enviados al alcantarillado sin ningún tipo de tratamiento.

ANEXO 2. BOSQUEJO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE LEBRIJA



ANEXO 3 INFORMES DE RESULTADOS DE LABORATORIO



LABORATORIO AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS



Informe No. 595/11

Fecha de emisión: Septiembre 05 de 2011

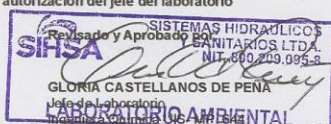
Solicitante – Contacto:	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE LEBRIJA
Dirección, teléfono del cliente	Calle 11 # 8 – 73 TEL: 6567828 - Lebrija- Santander
Identificación de la muestra:	Muestra # 5
Protocolo de muestreo:	Procedimiento Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda. PL- 0010 Toma y preservación de muestras. Plan de muestreo: Agua Tratada
Matriz de la muestra:	Agua Tratada
Lugar y punto de muestreo:	Punto de muestreo Laboratorio Planta de Tratamiento
Tipo de muestra:	Puntual
Fecha y hora de muestreo:	Agosto 29 de 2011 – 17:00
Muestra tomada por:	Qca: Martha Janeth Ardila Barajas
Fecha y hora recepción laboratorio:	Agosto 29 de 2011 – 19:00
Muestras recibidas por:	Bact. Jorge Novoa
Fecha de análisis:	Agosto 29 - Septiembre 05 de 2011

ANALISIS	UNIDADES	RESULTADO	DECRETO/NORMA DE REFERENCIA ⁽¹⁾	METODO ANALÍTICO
ANALISIS EN CAMPO				
Temperatura	°C	24.4	40°C	SM 2550 B
pH	Unidades pH	7.05	6.5- 9.0	SM 4500 H ⁺ B / Potenciométrico
Cloro residual libre	mg Cl ₂ /L	2.0	0.3 – 2	SM 4500 Cl / DPD Colorimétrico
ANALISIS FISCOQUIMICOS EN LABORATORIO				
Turbiedad	NTU	7.52	2 MAX	SM 2130 B / Turbidimétrico
Color aparente	Pt - Co	56	15 MAX	SM 2120 C / Espectrofotométrico
Conductividad	µS/cm	80.5	1000 MAX	SM 2510 B / Conductimétrico
Sólidos totales	mg/L	57	500 MAX	SM 2540 B / Gravimétrico
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	13.6	200 MAX	SM 2320 B / Titulométrico
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	23	300 MAX	SM 2340 C / Titulométrico EDTA
Dureza magnésica	mg CaCO ₃ /L	6	-----	SM 3500 Mg-B / Cálculo
Dureza cálcica	mg CaCO ₃ /L	17	-----	SM 3500 Ca-B / Titulométrico EDTA
Calcio	mg Ca/L	6.8	60 MAX	SM 3500 Ca-B / Titulométrico EDTA
Hierro total	mg Fe /L	0.33	0.3 MAX	SM 3500 Fe-B / Espectrofotométrico
Aluminio	mg Al ³⁺ /L	4.28	0.2 MAX	SM 3500 Al-B /Espectrofotométrico
Nitritos	mg N-NO ₂ /L	0.008	0.1 MAX	SM 4500 NO ₂ -B / Espectrofotométrico
Sulfatos	mg SO ₄ /L	17.1	250 MAX	SM 4500 SO ₄ -E / Turbidimétrico
Cloruros	mg Cl/L	8.9	250 MAX	SM 4500 Cl -B / Argentométrico
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN LABORATORIO				
Recuento estándar	UFC/100ml	4	<100	SM 9215 D / Filtración por membrana
Recuento coliformes totales	UFC/100 ml	0	0	SM 9222 B /Filtración por membrana
E-Coli	UFC/100 ml	0	0	SM 9222 B / Filtración por membrana

⁽¹⁾ Decreto/Norma de Referencia: Decreto 1575 de 2007; y Resolución 2115 de 2007 (Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005, APHA, AWWA, WEF.
• Laboratorio autorizado para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos para agua de consumo humano, según resolución N° 00005554 del 30 de Diciembre de 2010 del Ministerio de la Protección Social.
• Parámetros Acreditados: DBO₅, DQO, Grasas y Aceites, pH, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendedos totales, Sólidos totales, Dureza Total, Cloruros, Sulfatos, Muestreo simple y compuesto.

Observaciones: Ninguna.

"Este informe de resultados es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él"
Prohibida su reproducción parcial sin la autorización del jefe del laboratorio



FL-0031 Rev. 08 Noviembre 2 de 2010. Página 1 de 1

Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda.
Cra 30 # 31 - 35 Bucaramanga, Colombia - Sitio Web: www.sihsa.co
E-mail: info@sihsa.co - Teléfonos: +57 7 635 17 44, +57 7 645 07 56
Celular: +57 320 3332345

www.sihsa.co

Informe No. 596/11

Fecha de emisión: Septiembre 05 de 2011

Solicitante – Contacto: EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE LEBRIJA
Dirección, teléfono del cliente: Calle 11 # 8 – 73 TEL: 6567828 - Lebrija- Santander
Identificación de la muestra: Muestra # 6
Protocolo de muestreo: Procedimiento Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda. PL- 0010 Toma y preservación de muestras. Plan de muestreo: Agua Natural
Matriz de la muestra: Agua Natural
Lugar y punto de muestreo: Entrada Planta de tratamiento Agua Cruda
Tipo de muestra: Puntual
Fecha y hora de muestreo: Agosto 29 de 2011 – 17:10
Muestra tomada por: Qca: Martha Janeth Ardila Barajas
Fecha y hora recepción laboratorio: Agosto 29 de 2011 – 19:00
Muestras recibidas por: Bact: Jorge Novoa
Fecha de análisis: Agosto 29 - Septiembre 05 de 2011

ANALISIS	UNIDADES	RESULTADO	METODO ANALÍTICO
ANALISIS EN CAMPO			
Temperatura	°C	23.1	SM 2550 B
pH	Unidades pH	6.81	SM 4500 H ⁺ B / Potenciométrico
ANALISIS FISICOQUIMICOS EN LABORATORIO			
Turbiedad	NTU	73.9	SM 2130 B / Turbidimétrico
Color aparente	Pt - Co	510	SM 2120 C / Espectrofotométrico
Conductividad	µS/cm	47.2	SM 2510 B / Conductimétrico
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	18.43	SM 2320 B / Titulométrico
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	20	SM 2340 C / Titulométrico EDTA
Hierro total	mg Fe /L	4.32	SM 3500 Fe-B / Espectrofotométrico
Aluminio	mg Al ³⁺ / L	0.40	SM 3500 Al-B / Espectrofotométrico
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	15.55	SM 4500 SO ₄ ²⁻ -E / Turbidimétrico
Cloruros	mg Cl ⁻ /L	5.62	SM 4500 Cl ⁻ B / Argentométrico
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN LABORATORIO			
Recuento coliformes Totales	UFC/100 ml	23x10 ⁵	SM 9222 B / Filtración por membrana
E-Coli	UFC/100 ml	18x10 ⁵	SM 9222 B / Filtración por membrana

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005, APHA, AWWA, WEF.

• Laboratorio autorizado para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos para agua de consumo humano, según resolución N° 00005554 del 30 de Diciembre de 2010 del Ministerio de la Protección Social.

• Parámetros Acreditados: DBO₅, DQO, Grasas y Aceites, pH, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendedos totales, Sólidos totales, Dureza Total, Cloruros, Sulfatos, Muestreo simple y compuesto.

Observaciones: Ninguna.

"Este informe de resultados es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él"
Prohibida su reproducción parcial sin la autorización del jefe del laboratorio

Elaborado por: SISTEMAS HIDRÁULICOS Y SANITARIOS LTDA.
 NIT. 800.209.095-8
 Jorge Novoa Martínez
 JORGE NOVOA MARTINEZ
 Analista de Laboratorio
 Laboratorio Ambiental

Revisado y Aprobado por: SISTEMAS HIDRÁULICOS Y SANITARIOS LTDA.
 NIT. 800.209.095-8
 Gloria Castellanos de Peña
 Jefa de Laboratorio
 Laboratorio Ambiental

FL-0031 Rev: 08 Noviembre 2 de 2010. Página 1 de 1

Informe No. 597/11

Fecha de emisión: Septiembre 05 de 2011

Solicitante – Contacto:	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE LEBRIJA
Dirección, teléfono del cliente	Calle 11 # 8 – 73 TEL: 6567828 - Lebrija- Santander
Identificación de la muestra:	Muestra # 7
Protocolo de muestreo:	Procedimiento Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda. PL- 0010 Toma y preservación de muestras. Plan de muestreo: Agua Natural
Matriz de la muestra:	Agua Natural
Lugar y punto de muestreo:	Salida del Floculador
Tipo de muestra:	Puntual
Fecha y hora de muestreo:	Agosto 29 de 2011 – 17:20
Muestra tomada por:	Qca: Martha Janeth Ardila Barajas
Fecha y hora recepción laboratorio:	Agosto 29 de 2011 – 19:00
Muestras recibidas por:	Bact: Jorge Novoa
Fecha de análisis:	Agosto 29 - Septiembre 05 de 2011

ANALISIS	UNIDADES	RESULTADO	METODO ANALITICO
ANALISIS EN CAMPO			
Temperatura	°C	23.0	SM 2550 B
pH	Unidades pH	6.50	SM 4500 H ⁺ B / Potenciométrico
ANALISIS FISICOQUIMICOS EN LABORATORIO			
Turbiedad	NTU	47.6	SM 2130 B / Turbidimétrico
Color aparente	Pt - Co	241	SM 2120 C / Espectrofotométrico
Conductividad	µS/cm	60.9	SM 2510 B / Conductimétrico
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	4.85	SM 2320 B / Titulométrico
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	40	SM 2340 C / Titulométrico EDTA
Hierro total	mg Fe /L	2.2	SM 3500 Fe-B / Espectrofotométrico
Aluminio	mg Al ³⁺ /L	4.30	SM 3500 Al-B / Espectrofotométrico
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	21.79	SM 4500 SO ₄ ²⁻ -E / Turbidimétrico
Cloruros	mg Cl/L	7.49	SM 4500 Cl ⁻ -B / Argentométrico
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN LABORATORIO			
Recuento coliformes Totales	UFC/100 ml	7x10 ⁵	SM 9222 B / Filtración por membrana
E-Coli	UFC/100 ml	4x10 ⁵	SM 9222 B / Filtración por membrana

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005, APHA, AWWA, WEF.

• Laboratorio autorizado para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos para agua de consumo humano, según resolución N° 00005554 del 30 de Diciembre de 2010 del Ministerio de la Protección Social.

• Parámetros Acreditados: DBO₅, DQO, Grasas y Aceites, pH, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendedos totales, Sólidos totales, Dureza Total, Cloruros, Sulfatos, Muestreo simple y compuesto.

Observaciones: Ninguna.

"Este informe de resultados es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él"
Prohibida su reproducción parcial sin la autorización del jefe del laboratorio

Elaborado por: SISTEMAS HIDRAULICOS Y SANITARIOS LTDA.
NIT. 890.209.098-3
Jorge Novoa Martínez
JORGE NOVOA MARTINEZ
Analista de Laboratorio
LABORATORIO AMBIENTAL

Revisado y Aprobado por:
Gloria Castellanos de Peña
GLORIA CASTELLANOS DE PEÑA
Jefe de Laboratorio
Ingeniera Química UIS-MP 844
LABORATORIO AMBIENTAL

FL-0031 Rev: 08 Noviembre 2 de 2010. Página 1 de 1

Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda.
Cra 30 # 31 - 35 Bucaramanga, Colombia - Sitio Web: www.sihsa.co
E-mail: info@sihsa.co - Teléfonos: +57 7 635 17 44, +57 7 645 07 56
Celular: +57 320 3332345

www.sihsa.co

Informe No. 598/11

Fecha de emisión: Septiembre 05 de 2011

Solicitante – Contacto:	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE LEBRIJA Calle 11 # 8 – 73 TEL: 6567828 - Lebrija- Santander
Dirección, teléfono del cliente	
Identificación de la muestra:	Muestra # 8
Protocolo de muestreo:	Procedimiento Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda. PL- 0010 Toma y preservación de muestras. Plan de muestreo: Agua Natural
Matriz de la muestra:	Agua Natural
Lugar y punto de muestreo:	Salida del sedimentador
Tipo de muestra:	Puntual
Fecha y hora de muestreo:	Agosto 29 de 2011 – 17:30
Muestra tomada por:	Qca: Martha Janeth Ardila Barajas
Fecha y hora recepción laboratorio:	Agosto 29 de 2011 – 19:00
Muestras recibidas por:	Bact: Jorge Novoa
Fecha de análisis:	Agosto 29 - Septiembre 05 de 2011

ANALISIS	UNIDADES	RESULTADO	METODO ANALÍTICO
ANALISIS EN CAMPO			
Temperatura	°C	23.4	SM 2550 B
pH	Unidades pH	6.23	SM 4500 H ⁺ B / Potenciométrico
ANALISIS FISICOQUIMICOS EN LABORATORIO			
Turbiedad	NTU	11.4	SM 2130 B / Turbidimétrico
Color aparente	Pt - Co	52.	SM 2120 C / Espectrofotométrico
Conductividad	µS/cm	103.4	SM 2510 B / Conductimétrico
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	5.82	SM 2320 B / Titulométrico
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	48	SM 2340 C / Titulométrico EDTA
Hierro total	mg Fe /L	0.53	SM 3500 Fe-B / Espectrofotométrico
Aluminio	mg Al ³⁺ / L	7.40	SM 3500 Al-B /Espectrofotométrico
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	46.67	SM 4500 SO ₄ ²⁻ -E / Turbidimétrico
Cloruros	mg Cl/L	7.49	SM 4500 Cl -B / Argentométrico
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN LABORATORIO			
Recuento coliformes Totales	UFC/100 ml	2x10 ⁵	SM 9222 B /Filtración por membrana
E-Coli	UFC/100 ml	1x10 ⁵	SM 9222 B / Filtración por membrana

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005, APHA, AWWA, WEF.

• Laboratorio autorizado para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos para agua de consumo humano, según resolución N° 00005554 del 30 de Diciembre de 2010 del Ministerio de la Protección Social.

• Parámetros Acreditados: DBO₅, DQO, Grasas y Aceites, pH, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendedos totales, Sólidos totales, Dureza Total, Cloruros, Sulfatos, Muestreo simple y compuesto.

Observaciones: Ninguna.

"Este informe de resultados es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él"
Prohibida su reproducción parcial sin la autorización del jefe del laboratorio



FL-0031 Rev: 08 Noviembre 2 de 2010. Página 1 de 1

Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda.
Cra 30 # 31 - 35 Bucaramanga, Colombia - Sitio Web: www.sihsa.co
E-mail: info@sihsa.co - Teléfonos: +57 7 635 17 44, +57 7 645 07 56
Celular: +57 320 3332345

www.sihsa.co

Informe No. 59911

Fecha de emisión: Septiembre 05 de 2011

Solicitante – Contacto: EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE LEBRIJA
Calle 11 # 8 – 73 TEL: 6567828 - Lebrija- Santander
Identificación de la muestra: Muestra # 9
Protocolo de muestreo: Procedimiento Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda. PL- 0010 Toma y preservación de muestras. Plan de muestreo: Agua Natural
Matriz de la muestra: Agua Natural
Lugar y punto de muestreo: Salida del filtro
Tipo de muestra: Puntual
Fecha y hora de muestreo: Agosto 29 de 2011 – 17:40
Muestra tomada por: Qca: Martha Janeth Ardila Barajas
Fecha y hora recepción laboratorio: Agosto 29 de 2011 – 19:00
Muestras recibidas por: Bact: Jorge Novoa
Fecha de análisis: Agosto 29 - Septiembre 05 de 2011

ANALISIS	UNIDADES	RESULTADO	METODO ANALÍTICO
ANALISIS EN CAMPO			
Temperatura	°C	23.6	SM 2550 B
pH	Unidades pH	6.27	SM 4500 H ⁺ B / Potenciométrico
ANALISIS FISICOQUIMICOS EN LABORATORIO			
Turbiedad	NTU	4.78	SM 2130 B / Turbidimétrico
Color aparente	Pt - Co	13.	SM 2120 C / Espectrofotométrico
Conductividad	µS/cm	84.3	SM 2510 B / Conductimétrico
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	11.64	SM 2320 B / Titulométrico
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	48	SM 2340 C / Titulométrico EDTA
Hierro total	mg Fe /L	0.22	SM 3500 Fe-B / Espectrofotométrico
Aluminio	mg Al ³⁺ / L	5.45	SM 3500 Al-B /Espectrofotométrico
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	43.72	SM 4500 SO ₄ ²⁻ -E / Turbidimétrico
Cloruros	mg Cl/L	9.36	SM 4500 Cl ⁻ B / Argentométrico
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN LABORATORIO			
Recuento coliformes Totales	UFC/100 ml	1x10 ³	SM 9222 B /Filtración por membrana
E-Coli	UFC/100 ml	1x10 ³	SM 9222 B /Filtración por membrana


SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005, APHA, AWWA, WEF.

• Laboratorio autorizado para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos para agua de consumo humano, según resolución N° 00005554 del 30 de Diciembre de 2010 del Ministerio de la Protección Social.

• Parámetros Acreditados: DBO₅, DQO, Grasas y Aceites, pH, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendedos totales, Sólidos totales, Dureza Total, Cloruros, Sulfatos, Muestreo simple y compuesto.

Observaciones: Ninguna.

"Este informe de resultados es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él"
Prohibida su reproducción parcial sin la autorización del jefe del laboratorio

Elaborado por:
 SISTEMAS HIDRÁULICOS Y SANITARIOS LTDA.
NIT: 999.200.095-3
Jorge Novoa Martínez
Analista de Laboratorio
Bacteriología MP 63899
LABORATORIO AMBIENTAL

Revisado y Aprobado por:
 SISTEMAS HIDRÁULICOS Y SANITARIOS LTDA.
NIT: 999.200.095-3
Gloria Castellanos de Peña
Jefe de Laboratorio
Ingeniera Química UIS- MP. 644
LABORATORIO AMBIENTAL

FL-0031 Rev: 08 Noviembre 2 de 2010. Página 1 de 1

Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda.
Cra 30 # 31 - 35 Bucaramanga, Colombia - Sitio Web: www.sihsa.co
E-mail: info@sihsa.co - Teléfonos: +57 7 635 17 44, +57 7 645 07 56
Celular: +57 320 3332345

www.sihsa.co

Informe No. 632/11

Fecha de emisión: Septiembre 22 de 2011

Solicitante – Contacto: EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE LEBRIJA
Calle 11 # 8 – 73 TEL: 6567828 - Lebrija- Santander
Dirección, teléfono del cliente
Identificación de la muestra: Muestra # 1
Protocolo de muestreo: Procedimiento Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda. PL- 0010 Toma y preservación de muestras. Plan de muestreo: Agua Tratada
Matriz de la muestra: Agua Tratada
Lugar y punto de muestreo: Llave Terminal Punto de Muestreo Santa bábara
Tipo de muestra: Puntual
Fecha y hora de muestreo: Septiembre 19 de 2011 – 13:10
Muestra tomada por: Oca: Martha Janeth Ardila Barajas
Fecha y hora recepción laboratorio: Septiembre 19 de 2011 - 16:00
Muestras recibidas por: Ing: Marlen García
Fecha de análisis: Septiembre 19 – Septiembre 22 de 2011

ANALISIS	UNIDADES	RESULTADO	DECRETO/NORMA DE REFERENCIA (1)	METODO ANALÍTICO
ANALISIS EN CAMPO				
Temperatura	°C	26.6	40°C	SM 2550 B
pH	Unidades pH	6.88	6.5 - 9.0	SM 4500 H ⁺ B / Potenciométrico
Cloro residual libre	mg Cl ₂ /L	0.5	0.3 – 2	SM 4500 Cl / DPD Colorimétrico
ANALISIS FISICOQUIMICOS EN LABORATORIO				
Turbiedad	NTU	3.59	2 MAX	SM 2130 B / Turbidimétrico
Color aparente	Pt - Co	24	15 MAX	SM 2120 C / Espectrofotométrico
Conductividad	µS/cm	76.7	1000 MAX	SM 2510 B / Conductimétrico
Sólidos totales	mg/L	58	500 MAX	SM 2540 B / Gravimétrico
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	14.6	200 MAX	SM 2320 B / Titulométrico
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	24	300 MAX	SM 2340 C / Titulométrico EDTA
Dureza magnésica	mg CaCO ₃ /L	5	-----	SM 3500 Mg-B / Cálculo
Dureza cálcica	mg CaCO ₃ /L	19	-----	SM 3500 Ca-B / Titulométrico EDTA
Calcio	mg Ca/L	7.6	60 MAX	SM 3500 Ca-B / Titulométrico EDTA
Hierro total	mg Fe /L	0.26	0.3 MAX	SM 3500 Fe-B / Espectrofotométrico
Aluminio	mg Al ³⁺ /L	5.62	0.2 MAX	SM 3500 Al-B /Espectrofotométrico
Nitritos	mg N-NO ₂ /L	0.009	0.1 MAX	SM 4500 NO ₂ -B / Espectrofotométrico
Sulfatos	mg SO ₄ /L	12.7	250 MAX	SM 4500 SO ₄ -E / Turbidimétrico
Cloruros	mg Cl/L	13.3	250 MAX	SM 4500 Cl -B / Argentométrico
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN LABORATORIO				
Recuento estándar	UFC/100ml	14	<100	SM 9215 D / Filtración por membrana
Recuento coliformes totales	UFC/100 ml	0	0	SM 9222 B /Filtración por membrana
E-Coli	UFC/100 ml	0	0	SM 9222 B / Filtración por membrana

(1) Decreto/Norma de Referencia: Decreto 1575 de 2007; y Resolución 2115 de 2007 (Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005, APHA, AWWA, WEF.

• Laboratorio autorizado para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos para agua de consumo humano, según resolución N° 00005554 del 30 de Diciembre de 2010 del Ministerio de la Protección Social.

• Parámetros Acreditados: DBO₅, DQO, Grasas y Aceites, pH, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendidos totales, Sólidos totales, Dureza Total, Cloruros, Sulfatos, Muestreo simple y compuesto.

Observaciones: Ninguna.

"Este informe de resultados es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él"
Prohibida su reproducción parcial sin la autorización del jefe del laboratorio

Elaborado por:
SIHSA SISTEMAS HIDRÁULICOS Y SANITARIOS LTDA.
JORGE NOVOA MARTINEZ
Analista de Laboratorio
Bacteriología MP 03699
LABORATORIO AMBIENTAL

Revisado y Aprobado por:
SIHSA SISTEMAS HIDRÁULICOS Y SANITARIOS LTDA.
GLORIA CASTELLANOS DE NOVOA
Jefe de Laboratorio
Ingeniera Química UIS- MP. 644
FL-0031 BORA Noviembre 2 de 2010, Página 1 de 1
LABORATORIO AMBIENTAL

Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda.
Cra 30 # 31 - 35 Bucaramanga, Colombia - Sitio Web: www.sihsa.co
E-mail: info@sihsa.co - Teléfonos: +57 7 635 17 44, +57 7 645 07 56
Celular: +57 320 3332345

www.sihsa.co

Informe No. 639/11

Fecha de emisión: Septiembre 22 de 2011

Solicitante – Contacto: EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE LEBRIJA
Dirección, teléfono del cliente: Calle 11 # 8 – 73 TEL: 6567828 - Lebrija- Santander
Identificación de la muestra: Muestra # 8
Protocolo de muestreo: Procedimiento Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda. PL- 0010 Toma y preservación de muestras. Plan de muestreo: Agua Natural
Matriz de la muestra: Agua Natural
Lugar y punto de muestreo: Entrada Planta de tratamiento Agua Cruda
Tipo de muestra: Puntual
Fecha y hora de muestreo: Septiembre 19 de 2011 – 13:20
Muestra tomada por: Qca: Martha Janeth Ardila Barajas
Fecha y hora recepción laboratorio: Septiembre 19 de 2011 - 16:00
Muestras recibidas por: Ing: Marien García
Fecha de análisis: Septiembre 19 – Septiembre 22 de 2011

ANALISIS	UNIDADES	RESULTADO	METODO ANALÍTICO
ANALISIS EN CAMPO			
Temperatura	°C	26.3	SM 2550 B
pH	Unidades pH	6.64	SM 4500 H ⁺ B / Potenciométrico
ANALISIS FISICOQUIMICOS EN LABORATORIO			
Turbiedad	NTU	38.4	SM 2130 B / Turbidimétrico
Color aparente	Pt - Co	184	SM 2120 C / Espectrofotométrico
Conductividad	µS/cm	46.1	SM 2510 B / Conductimétrico
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	23.4	SM 2320 B / Titulométrico
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	32	SM 2340 C / Titulométrico EDTA
Hierro total	mg Fe /L	2.44	SM 3500 Fe-B / Espectrofotométrico
Aluminio	mg Al ³⁺ / L	0.35	SM 3500 Al-B /Espectrofotométrico
Sulfatos	mg SO ₄ ⁻² /L	1.17	SM 4500 SO ₄ ⁻² -E / Turbidimétrico
Cloruros	mg Cl/L	5.96	SM 4500 Cl ⁻ B / Argentométrico
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN LABORATORIO			
Recuento coliformes Totales	UFC/100 ml	17x10 ⁵	SM 9222 B /Filtración por membrana
E-Coli	UFC/100 ml	12x10 ⁵	SM 9222 B / Filtración por membrana

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005, APHA, AWWA, WEF.

• Laboratorio autorizado para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos para agua de consumo humano, según resolución N° 00005554 del 30 de Diciembre de 2010 del Ministerio de la Protección Social.

• Parámetros Acreditados: DBO₅, DQO, Grasas y Aceites, pH, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendedos totales, Sólidos totales, Dureza Total, Cloruros, Sulfatos, Muestreo simple y compuesto.

Observaciones: Ninguna.

"Este informe de resultados es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él"
Prohibida su reproducción parcial sin la autorización del jefe de laboratorio

Elaborado por:
SIHSA
SISTEMAS HIDRÁULICOS Y SANITARIOS LTDA.
NIT. 890.209.095-8
Jorge Novoa Martínez
JORGE NOVOA MARTINEZ
Analista de Laboratorio
LABORATORIO AMBIENTAL

Revisado y Aprobado por:
SIHSA
SISTEMAS HIDRÁULICOS Y SANITARIOS LTDA.
NIT. 890.209.095-8
Gloria Castellanos de Peña
Jefe de Laboratorio
LABORATORIO AMBIENTAL

FL-0031 Rev: 08 Noviembre 2 de 2010. Página 1 de 1

Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda.
Cra 30 # 31 - 35 Bucaramanga, Colombia - Sitio Web: www.sihsa.co
E-mail: info@sihsa.co - Teléfonos: +57 7 635 17 44, +57 7 645 07 56
Celular: +57 320 3332345

www.sihsa.co

Informe No. 640/11

Fecha de emisión: Septiembre 22 de 2011

Solicitante – Contacto:	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE LEBRIJA
Dirección, teléfono del cliente	Calle 11 # 8 – 73 TEL: 6567828 - Lebrija- Santander
Identificación de la muestra:	Muestra # 9
Protocolo de muestreo:	Procedimiento Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda. PL- 0010 Toma y preservación de muestras. Plan de muestreo: Agua Natural
Matriz de la muestra:	Agua Natural
Lugar y punto de muestreo:	Salida del Floculador
Tipo de muestra:	Puntual
Fecha y hora de muestreo:	Septiembre 19 de 2011 – 13:30
Muestra tomada por:	Qca: Martha Janeth Ardila Barajas
Fecha y hora recepción laboratorio:	Septiembre 19 de 2011 - 16:00
Muestras recibidas por:	Ing: Marlen García
Fecha de análisis:	Septiembre 19 – Septiembre 26 de 2011

ANALISIS	UNIDADES	RESULTADO	METODO ANALÍTICO
ANALISIS EN CAMPO			
Temperatura	°C	26.1	SM 2550 B
pH	Unidades pH	6.21	SM 4500 H ⁺ B / Potenciométrico
ANALISIS FISICOQUIMICOS EN LABORATORIO			
Turbiedad	NTU	25.8	SM 2130 B / Turbidimétrico
Color aparente	Pt - Co	157	SM 2120 C / Espectrofotométrico
Conductividad	µS/cm	52.5	SM 2510 B / Conductimétrico
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	13.65	SM 2320 B / Titulométrico
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	34	SM 2340 C / Titulométrico EDT A
Hierro total	mg Fe /L	1.70	SM 3500 Fe-B / Espectrofotométrico
Aluminio	mg Al ³⁺ / L	5.50	SM 3500 Al-B /Espectrofotométrico
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	8.57	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E / Turbidimétrico
Cloruros	mg Cl/L	4.96	SM 4500 Cl ⁻ B / Argentométrico
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN LABORATORIO			
Recuento coliformes Totales	UFC/100 ml	4x10 ⁵	SM 9222 B / Filtración por membrana
E-Coli	UFC/100 ml	3x10 ⁵	SM 9222 B / Filtración por membrana

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005, APHA, AWWA, WEF.

• Laboratorio autorizado para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos para agua de consumo humano, según resolución N° 00005554 del 30 de Diciembre de 2010 del Ministerio de la Protección Social.

• Parámetros Acreditados: DBO₅, DQO, Grasas y Aceites, pH, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendedos totales, Sólidos totales, Dureza Total, Cloruros, Sulfatos, Muestreo simple y compuesto.

Observaciones: Ninguna.

"Este informe de resultados es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él"
Prohibida su reproducción parcial sin la autorización del jefe del laboratorio



FL-0031 Rev: 08 Noviembre 2 de 2010. Página 1 de 1

Informe No. 641/11

Fecha de emisión: Septiembre 22 de 2011

Solicitante – Contacto:	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE LEBRIJA
Dirección, teléfono del cliente	Calle 11 # 8 – 73 TEL: 6567828 - Lebrija- Santander
Identificación de la muestra:	Muestra # 10
Protocolo de muestreo:	Procedimiento Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda. PL- 0010 Toma y preservación de muestras. Plan de muestreo: Agua Natural
Matriz de la muestra:	Agua Natural
Lugar y punto de muestreo:	Salida del Sedimentador.
Tipo de muestra:	Puntual
Fecha y hora de muestreo:	Septiembre 19 de 2011 – 13:40
Muestra tomada por:	Oca: Martha Janeth Ardila Barajas
Fecha y hora recepción laboratorio:	Septiembre 19 de 2011 - 16:00
Muestras recibidas por:	Ing: Marlen García
Fecha de análisis:	Septiembre 19 – Septiembre 22 de 2011

ANALISIS	UNIDADES	RESULTADO	METODO ANALÍTICO
ANALISIS EN CAMPO			
Temperatura	°C	26.3	SM 2550 B
pH	Unidades pH	6.29	SM 4500 H ⁺ B / Potenciométrico
ANALISIS FISICOQUIMICOS EN LABORATORIO			
Turbiedad	NTU	9.87	SM 2130 B / Turbidimétrico
Color aparente	Pt - Co	78.	SM 2120 C / Espectrofotométrico
Conductividad	µS/cm	52.4	SM 2510 B / Conductimétrico
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	17.55	SM 2320 B / Titulométrico
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	36	SM 2340 C / Titulométrico EDT A
Hierro total	mg Fe /L	1.09	SM 3500 Fe-B / Espectrofotométrico
Aluminio	mg Al ³⁺ / L	8.57	SM 3500 Al-B /Espectrofotométrico
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	9.72	SM 4500 SO ₄ ²⁻ -E / Turbidimétrico
Cloruros	mg Cl/L	4.47	SM 4500 Cl ⁻ B / Argentométrico
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN LABORATORIO			
Recuento coliformes Totales	UFC/100 ml	2x10 ⁵	SM 9222 B /Filtración por membrana
E-Coli	UFC/100 ml	2x10 ⁵	SM 9222 B / Filtración por membrana

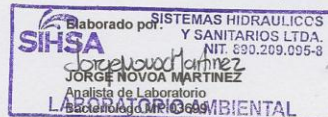
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005, APHA, AWWA, WEF.

• Laboratorio autorizado para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos para agua de consumo humano, según resolución N° 00005554 del 30 de Diciembre de 2010 del Ministerio de la Protección Social.

• Parámetros Acreditados: DBO₅, DQO, Grasas y Aceites, pH, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendedos totales, Sólidos totales, Dureza Total, Cloruros, Sulfatos, Muestreo simple y compuesto.

Observaciones: Ninguna.

"Este informe de resultados es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él"
Prohibida su reproducción parcial sin la autorización del jefe del laboratorio



FL-0031 Rev: 08 Noviembre 2 de 2010. Página 1 de 1

Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda.
Cra 30 # 31 - 35 Bucaramanga, Colombia - Sitio Web: www.sihsa.co
E-mail: info@sihsa.co - Teléfonos: +57 7 635 17 44, +57 7 645 07 56
Celular: +57 320 3332345

www.sihsa.co

Informe No. 642/11

Fecha de emisión: Septiembre 22 de 2011

Solicitante – Contacto:	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE LEBRIJA
Dirección, teléfono del cliente	Calle 11 # 8 – 73 TEL: 6567828 - Lebrija- Santander
Identificación de la muestra:	Muestra # 11
Protocolo de muestreo:	Procedimiento Sistemas Hidráulicos y Sanitarios Ltda. PL- 0010 Toma y preservación de muestras. Plan de muestreo: Agua Natural
Matriz de la muestra:	Agua Natural
Lugar y punto de muestreo:	Salida del Filtro
Tipo de muestra:	Puntual
Fecha y hora de muestreo:	Septiembre 19 de 2011 – 13:50
Muestra tomada por:	Qca: Martha Janeth Ardila Barajas
Fecha y hora recepción laboratorio:	Septiembre 19 de 2011 - 16:00
Muestras recibidas por:	Ing: Marlen García
Fecha de análisis:	Septiembre 19 – Septiembre 22 de 2011

ANALISIS	UNIDADES	RESULTADO	METODO ANALÍTICO
ANALISIS EN CAMPO			
Temperatura	°C	26.5	SM 2550 B
pH	Unidades pH	6.49	SM 4500 H ⁺ B / Potenciométrico
ANALISIS FISICOQUIMICOS EN LABORATORIO			
Turbiedad	NTU	2.10	SM 2130 B / Turbidimétrico
Color aparente	Pt - Co	15.	SM 2120 C / Espectrofotométrico
Conductividad	µS/cm	75.8	SM 2510 B / Conductimétrico
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	29.25	SM 2320 B / Titulométrico
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	40	SM 2340 C / Titulométrico EDTA
Hierro total	mg Fe /L	0.18	SM 3500 Fe-B / Espectrofotométrico
Aluminio	mg Al ³⁺ / L	6.50	SM 3500 Al-B /Espectrofotométrico
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	10.18	SM 4500 SO ₄ ²⁻ -E / Turbidimétrico
Cloruros	mg Cl/L	3.97	SM 4500 Cl ⁻ B / Argentométrico
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS EN LABORATORIO			
Recuento coliformes Totales	UFC/100 ml	1X10 ³	SM 9222 B /Filtración por membrana
E-Coli	UFC/100 ml	1X10 ³	SM 9222 B / Filtración por membrana

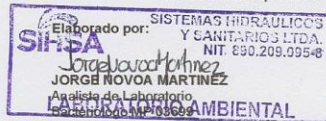
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005, APHA, AWWA, WEF.

• Laboratorio autorizado para realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos para agua de consumo humano, según resolución N° 00005554 del 30 de Diciembre de 2010 del Ministerio de la Protección Social.

• Parámetros Acreditados: DBO₅, DQO, Grasas y Aceites, pH, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendedos totales, Sólidos totales, Dureza Total, Cloruros, Sulfatos, Muestreo simple y compuesto.

Observaciones: Ninguna.

"Este informe de resultados es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él"
Prohibida su reproducción parcial sin la autorización del jefe del laboratorio



FL-0031 Rev: 08 Noviembre 2 de 2010. Página 1 de 1