

**Medidas Sanitarias Aplicadas en el Abastecimiento de Agua. Caso: Empresa
Camasa- Monterrey, Casanare**

Ivan Dario Agudelo Gonzalez

Directora:

Olga Lucila Ruiz

Universidad nacional abierta y a distancia-UNAD

Escuela de ciencias básicas, ingenierías y tecnologías (ECBTI)

Programa de Ingeniería de alimentos

2024

Página de Aceptación (opcional)

Olga Lucila Ruiz

Director Trabajo de Grado

Jurado

Jurado

Villavicencio-2023

Dedicatoria

A mis padres, Rubén Darío Agudelo y Zenayda González Bedoya por su esfuerzo, consejo y dedicación, mis palabras de agradecimiento no son suficientes para recompensar sus años de continuo afecto, desde lo profundo de mi alma, una y mil gracias. A mi familia, tíos, tías, abuelos y todos los miembros de mi familia que me apoyaron, gracias por extenderme la mano.

Resumen

La empresa la CAMASA es una micro empresa rural productora de queso, ubicada en el municipio de Monterrey-Casanare, la empresa utiliza como principal suministro de agua la extraída de un aljibe lo realiza de forma intuitiva y no controlada, al ser una empresa en etapa de crecimiento y consolidación de su actividad productiva está en la búsqueda continua de mejorar su perfil sanitario y dar cumplimiento a la normatividad alimentaria. Tras conocer la situación actual de la empresa la CAMASA se desarrollaron las medidas pertinentes respondiendo a la pregunta ¿Cómo pueden las medidas sanitarias permitir a la empresa la CAMASA realizar avances significativos en pro del cumplimiento del numeral 3.1 del punto 3 del Artículo 6 de la resolución 2674 de 2013 del ministerio de salud y protección social?. La aplicación de las medidas sanitarias le permitió a la empresa la CAMASA realizar una mejora en la calidad del agua, para esto se llevaron a cabo actividades de recolección de información, caracterización, seguimiento y aplicación de las medidas que le permitieron a la empresa mejorar la calidad del agua utilizada en procesos de limpieza, producción de vapor y lavamanos. Para lograr la aplicación de la medida de desinfección del agua y su posterior valoración se realizó un proceso de recolección de información de la fuente de suministro de agua e información complementaria de las mismas, seguido se realizó una caracterización del agua teniendo en cuenta la información recolectada del suministro de agua para posteriormente proceder al desarrollo de las medidas de desinfección y posterior valoración de los aspectos organolépticos y microbiológicos comparando la calidad del agua sometida al proceso de desinfección y aquella que no lo fue. Utilizando la metodología antes expuesta se puede concluir tomando como referencia la resolución 2115 de 2007 del Ministerio de salud y protección social y el numeral 3.1 del punto 3 del Artículo 6 perteneciente al Capítulo I del Título II de la resolución 2674 de 2013 del

ministerio de salud y protección social si el cambio generado en la calidad del agua representa un avance significativo en el cumplimiento del mismo. Es importante destacar que las medidas ejecutadas permitieron a la empresa mejorar su perfil sanitario y continuar en la búsqueda de alcanzar el completo cumplimiento de los requerimientos expuestos en la resolución 2674 del 2013 realizando avances significativos en el cumplimiento de la normatividad Colombiana en materia de inocuidad alimentaria en la empresa la CAMASA, esto se pudo evidenciar al observar una mejora en las características organolépticas y una disminución de la carga microbiana al pasar de 60 $NMP^1/100mL$ de *Escherichia Coli* a 0.8 $NMP/100mL$ en el aljibe , una reducción del 98.6% y de 260 $NMP/100mL$ de *Coliformes totales* a 2 $NMP/100mL$, una reducción del 99.2%.

Palabras clave: Resolución 2674, calidad del agua, características organolépticas y microbiológicas.

¹ Número más probable

Abstract

The CAMASA company is a rural cheese-producing microenterprise, located in the municipality of Monterrey-Casanare. The company uses water extracted from a cistern as its main water supply and waste management is carried out in an intuitive and uncontrolled manner, by Being a company in the stage of growth and consolidation of its productive activity, it is in the continuous search to improve its health profile and comply with food regulations. After knowing the current situation of the CAMASA company, the pertinent measures were developed in response to the question: Will the development of sanitary measures allow the CAMASA company to make significant progress towards compliance with paragraphs 3.1 of point 3 of Article 6 belonging to the Chapter I of Title II of resolution 2674 of 2013 of the Ministry of Health and Social Protection. The application of sanitary measures allowed the CAMASA company to improve water quality and proper management of its solid waste. For this, information collection, characterization, monitoring and application of the measures were carried out. which allowed the company to improve the quality of the water used in cleaning processes, steam production and hand washing. To achieve the application of the water disinfection measure and its subsequent assessment, a process of collecting information from the water supply source and complementary information was carried out, followed by a characterization of the water taking into account the information collected. of the water supply to subsequently proceed to the development of disinfection measures and subsequent assessment of the organoleptic, physicochemical and microbiological aspects comparing the quality of the water subjected to the disinfection process and that which was not. Using the aforementioned methodology, it can be concluded taking as reference resolution 2115 of 2007 of the Ministry of Health and Social Protection and numeral 3.1 of point 3 of Article 6 belonging to Chapter I of

Title II of resolution 2674 of 2013 of the Ministry of Health. and social protection if the change generated in water quality represents significant progress in compliance with it. It is important to highlight that the measures implemented allowed the company to improve its health profile and continue in the search to achieve complete compliance with the requirements set out in resolution 2674 of 2013, making significant progress in compliance with Colombian regulations on food safety. In the CAMASA company, this could be evidenced by observing an improvement in the organoleptic characteristics and a decrease in the microbial load when going from 60 NMP/100mL of Escherichia Coli to 0.8NMP/100mL in the cistern, a reduction of 98.6% and from 260NMP/100mL of total coliforms to 2NMP/100mL, a reduction of 99.2%.

Keywords: Resolution 2674, water quality, organoleptic and microbiological characteristics.

Contenido

| | |
|---|------|
| Introducción | 133 |
| Planteamiento del problema..... | 155 |
| Justificación | 188 |
| Objetivos..... | 200 |
| Objetivo general | 20 |
| Objetivos específicos..... | 20 |
| Marco de referencia | 211 |
| Marco conceptual | 211 |
| Marco legal..... | 266 |
| Metodología | 288 |
| Recolección de información..... | 288 |
| Recolección de información de la fuente de suministro de agua | 288 |
| Identificación de las características organolépticas y microbiológicas del agua | 288 |
| Análisis organoléptico del agua..... | 2929 |
| Análisis microbiológico del agua previo al proceso de desinfección..... | 322 |
| Seguimiento previo de las características organolépticas y microbiológicas | 3636 |
| Desarrollo de las medidas de saneamiento..... | 388 |
| Proceso de desinfección (Cloración) | 388 |
| Seguimiento posterior de las características organolépticas y microbiológicas | 400 |

| | |
|---|------|
| Verificación de los avances realizados..... | 411 |
| Resultados | 422 |
| Resultados del la recolección de información de la fuente de suministro de agua . | 422 |
| Resultados del análisis organoléptico del agua previo a la desinfección | 444 |
| Resultados del análisis microbiológico del agua previo a la desinfección..... | 477 |
| Resultados del seguimiento previo | 488 |
| Resultados de la medición de cloro residual posterior a la desinfección | 4949 |
| Resultados del análisis organoléptico del agua posterior a la desinfección | 5050 |
| Resultados del análisis microbiológico del agua posterior a la desinfección..... | 522 |
| Resultados del seguimiento posterior | 533 |
| Resultados de la verificación de los avances realizados..... | 544 |
| Socialización..... | 566 |
| Análisis de resultados | 57 |
| Conclusiones..... | 588 |
| Recomendaciones | 5959 |
| Referencias Bibliográficas | 60 |
| Apéndices..... | 633 |

Lista de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Características físicas</i> | 37 |
| Tabla 2 <i>Características microbiológicas</i> | 37 |
| Tabla 3 <i>Registro de resultados de la prueba sensorial para olor y sabor para el agua contenida en el tanque 1 previo a la desinfección</i> | 44 |
| Tabla 4 <i>Registro de resultados de la prueba sensorial para olor y sabor para el agua contenida en el tanque 2 previo a la desinfección</i> | 45 |
| Tabla 5 <i>Tabla comparativa de los resultados organolépticos previo al proceso de desinfección</i> | 48 |
| Tabla 6 <i>Tabla comparativa de los resultados microbiológicos previo al proceso de Desinfección</i> | 48 |
| Tabla 7 <i>Registro de resultados de la prueba sensorial al tanque 1 posterior a la Desinfección</i> | 50 |
| Tabla 8 <i>Registro de resultados de la prueba sensorial al tanque 2 posterior a la Desinfección</i> | 50 |
| Tabla 9 <i>Tabla comparativa de los resultados organolépticos previo al proceso de desinfección</i> | 53 |
| Tabla 10 <i>Tabla comparativa de los resultados microbiológicos previo al proceso de Desinfección</i> | 53 |
| Tabla 11 <i>Tabla comparativa de los resultados organolépticos previos y posteriores al proceso de desinfección</i> | 54 |
| Tabla 12 <i>Tabla comparativa de los resultados microbiológicos previos y posteriores al proceso de desinfección</i> | 55 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 <i>Distribución porcentual de las aguas subterráneas en Colombia</i> | 22 |
| Figura 2 <i>Cucharon para líquidos</i> | 30 |
| Figura 3 <i>Índice del NMP y límite confiable de 95% para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan: 5 tubos con porciones de 10 cm³ en cada uno, 5 con porciones de 1 cm³ y 5 con porciones de 0.1 cm³</i> | 35 |
| Figura 4 <i>Índice del NMP y límite confiable de 95% para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan: 3 tubos con porciones de 10 cm³, 3 con porciones de 1 cm³ y 3 con porciones de 0.1 cm³</i> | 36 |
| Figura 5 <i>Kit analizador de cloro y pH</i> | 39 |
| Figura 6 <i>Implementos del kit de medición de cloro y pH</i> | 40 |
| Figura 7 <i>Aljibe</i> | 43 |
| Figura 8 <i>Tanques de almacenamiento</i> | 44 |
| Figura 9 <i>Resultados del análisis realizado por el laboratorio AQUALIM para Color y Turbidez previo a la desinfección</i> | 46 |
| Figura 10 <i>Resultados microbiológicos del agua no desinfectada</i> | 47 |
| Figura 11 <i>Resultados de la medición de cloro residual</i> | 49 |
| Figura 12 <i>Resultados del análisis realizado por el laboratorio AQUALIM para Color y Turbidez posterior a la desinfección</i> | 51 |
| Figura 13 <i>Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del agua desinfectada</i> | 52 |
| Figura 14 <i>Socialización</i> | 56 |

Lista de apéndices

| | |
|---|----|
| Apéndice A <i>Ficha técnica del hipoclorito de sodio</i> | 63 |
|---|----|

Introducción

En la actualidad la industria del sector alimentario se ha expandido considerablemente y son muchos los alimentos fabricados para sustentar la demanda global, en Colombia los diferentes departamentos del país presentan dificultades para lograr articular el crecimiento en los niveles de producción de alimentos con una cultura enfocada a conservar estándares de calidad aceptables, así lo demuestra el estudio realizado por el INS en Colombia, (Instituto Nacional de Salud, 2018) “A la semana epidemiológica 51 de 2018 se han notificado al sistema de vigilancia (Sivigila) 881 brotes, mientras que para la misma semana del año 2017 se notificaron 859 brotes y en el 2016 fueron 668 brotes” (p.2)

Solo en Yopal según un informe grafico de la secretaria de salud de Casanare, (Bernal,2019,p. 1) hubo un incremento del 50% de casos reportados de ETA´s entre 2018 y 2019.

El escenario es claro, existe una visible falencia en el cumplimiento de los estándares de calidad y la normatividad alimentaria, principalmente la Resolución 2674 del 2013 del Ministerio de salud y protección social por parte de los productores locales que ha conllevado además al uso de aguas subterráneas extraídas de aljibes aumentando el riesgo de contaminación dado que su calidad es cuestionable, así lo manifiestan autores como Machell y Boxal “Los aljibes presentan innumerables inconvenientes. Uno de los más evidentes y posiblemente el más importante es la pérdida de calidad del agua” (Machell y Boxal, 2012)

En la empresa la Camasa, micro empresa rural del municipio de Monterrey, Casanare, dedicada a la producción de quesos el cual es comercializado en tiendas y puntos de distribución ubicados en el casco urbano del municipio, su principal suministro de agua es la extraída de un aljibe subterráneo sin control ni seguimiento, este escenario claramente requería de medidas que pudieran generar avances en el cumplimiento de normatividad y así mejorar la calidad del agua

extraída del aljibe. Es por estas razones que se llevo a cabo la implementacion de las medidas sanitarias de desinfeccion basadas en los lineamientos del Ministerio de Salud y Proteccion social plasmados en el numeral 3.1 del punto 3 Artículo 6 del Capítulo I del Título II de la Resolución 2674 de 2013 donde se establece que el agua que se utilice debe ser de calidad potable, como un mecanismo para generar avances significativos en el cumplimiento de la normatividad alimentaria.

Planteamiento del Problema

En las empresas del sector alimentario el cumplimiento de las medidas sanitarias como base legal y guía para alcanzar operaciones inocuas y de calidad es fundamental, el agua es un elemento indispensable para muchos de sus procesos, tanto a la hora de elaborar productos como para tareas de limpieza de maquinaria y utensilios de trabajo. La calidad del agua en la industria es de suma importancia con el fin de garantizar la seguridad de los consumidores (Pablos,2021). Además es importante mencionar que las enfermedades causadas por microorganismos son un riesgo para la salud principalmente aquellos hallados en el agua (World Health Organization,2011).

Si se tiene en cuenta lo antes mencionado el uso de agua subterránea obtenida por medio de pozos (aljibes) y almacenada para su posterior uso requiere de controles y medidas que mejoren su calidad debido a su naturaleza ya que presentan innumerables inconvenientes relacionados principalmente a la pérdida de la calidad del agua.

Este argumento se puede apoyar en diversos estudios realizados entorno a la calidad del agua almacenada en aljibes, (Quintero Rodriguez, D. P., & Herrera Villazon, I. B,2009,p. 12) manifestaron que de los 10 aljibes analizados en la zona sur de Valledupar se encontró que todos los aljibes estudiados ninguno cumple las características higiénicas adecuadas para almacenar agua en condiciones microbiológicas óptimas.

Otro ejemplo sería la investigación realizada por un cundiboyacense, Paez,(2022) en el que argumenta que:

“Se realizó un diagnóstico inicial de la zona de investigación y se caracterizó la calidad del agua del aljibe a través de métodos estándares para un análisis fisicoquímico y

microbiológico a nivel laboratorio donde se determinaron que el color estaba 25 UPC² por encima del parámetro máximo, la turbiedad estaba 2,5 NTU³ arriba del límite, la concentración de cloro residual es nula, el hierro total tenía 0,9 mg de exceso y el recuento de *Coliformes totales* se determinó la presencia de 26 unidades formadoras de colonias; estos son los parámetros establecidos por la Resolución 2115 que no se están cumpliendo”(p. 12)

Adicionalmente, (Quintero Rodríguez y Herrera Villazon,2019) según lo investigación realizada obtuvieron los siguientes resultados al analizar aguas subterráneas extraídas de aljibes “*Coliformes totales* 2600 UFC⁴/100 mL, *Coliformes fecales* 2600 UFC/100 mL *Mesófilos aerobios* 2600 UFC/100mL, y *Enterococos* 2600 UFC/100 mL, considerándose no aptas para el consumo humano según la resolución 2115 de 2007 y el decreto 1594/84”. (p. 12)

Por otro lado, Sarabia et al.(2009) tras analizar 93 puntos de captación (aljibes) argumentaron que:

“La evaluación realizada de las características microbiológicas y fisicoquímicas de los pozos o aljibes ubicados en las zonas rurales de los municipios de La Paz y San Diego, evidenció que en todos los puntos de muestreo los parámetros estudiados sobrepasan los rangos normales aptos para que el agua pueda ser utilizada por la población de estos municipios para consumo humano (contacto primario, baño y como alimento)” (pp 6-7)

Por ultimo según el Ministerio de salud y proteccion social (2015) “el municipio de Monterrey en sus areas rurales poseen un nivel de riesgo alto en relacion a la calidad del agua” (p. 155). Ademas se informo en relacion a las enfermedades indirectas con el agua que “para el

²Unidades platino cobalto

³ Unidad de turbidez Nefelométrica

⁴ Unidades formadoras de colonia

departamento del Casanare las características de *Coliformes totales*, *E. coli* y CRL⁵ mostraron bajo cumplimiento de los estándares de potabilidad, lo cual indica la posible presencia de agentes patógenos en el agua de consumo, que puede aumentar el riesgo de transmisión de enfermedades” (p. 351)

Por ende es posible determinar que existía la premisa de que la calidad del agua extraída del subsuelo no es de buena categoría, esta premisa es soportada por los estudios realizados por el laboratorio externo certificado AQUALIM para el agua extraída del alibe de la empresa la CAMASA en los que se identificaron altas tasas de carga microbiana.

Ante este panorama se reconoció que la empresa la CAMASA desconocía hasta ese momento la calidad del agua que poseía y no ejecutaban medidas en pro de su identificación y posible mejora, el principal suministro de agua es un aljibe subterráneo. El agua era obtenida, almacenada y utilizada sin control previo, dicha agua se empleaba en la generación de vapor, limpieza de la planta, equipos, implementos y suministro de las baterías sanitarias, el uso de este tipo de agua es un posible factor de riesgo y por ende se pudo considerar que la empresa no ejecutaba medidas en pro del cumplimiento del numeral 3.1 del punto 3 del Artículo 6 de la Resolución 2674. ¿Cómo pueden las medidas sanitarias permitir a la empresa la CAMASA realizar avances significativos en pro del cumplimiento del numeral 3.1 del punto 3 del Artículo 6 de la resolución 2674 de 2013 del ministerio de salud y protección social?

⁵ Cloro libre residual

Justificación

Gracias a los diversos estudios realizados por diferentes autores y al análisis de laboratorio por parte de la empresa AQUALIM es posible determinar que existe la premisa de catalogar como baja la calidad del agua extraída de aljibes subterráneos y en particular la generada a partir del aljibe ubicado en la empresa la CAMASA, esto sumado a las consecuencias para una empresa del sector alimentario de no contar con medidas sanitarias relacionadas a la calidad del agua relacionadas directamente con enfermedades como: Gastroenteritis, infecciones urinarias, enfermedades respiratorias entre otras, fueron razón más que justificadas para aplicar medidas encaminadas a cumplir con los estándares legales regulatorios que las entidades de control gubernamental han dictaminado como un mecanismo para garantizar la calidad de los alimentos y proteger la salud del consumidor.

Es por este escenario que la empresa la Camasa debía ejecutar medidas sanitarias en pro de la realización de avances en el cumplimiento del numeral 3.1 del punto 3 del artículo 6 del capítulo 1 del título 2 de la resolución 2674 sobre las condiciones generales relacionadas con el almacenamiento de agua relacionado a continuación:

“ 3.1. El agua que se utilice debe ser de calidad potable y cumplir con las normas vigentes establecidas por el ministerio de salud y protección social”

Este punto establece de forma clara lineamientos en relación los requerimientos solicitados por los entes de control entorno al uso de agua en las empresas del sector alimentario.

Teniendo en cuenta la normatividad vigente y la situación de la empresa la CAMASA como productora de alimentos y responsable de la inocuidad de los alimentos procesados que posteriormente serán consumidos por sus clientes, fue importante que la misma contara con medidas en pro generar avances en materia de alcanzar altos estándares en la calidad del agua

utilizada, siendo el proceso de desinfección un mecanismo eficiente para el mejoramiento de la calidad del agua, así lo manifiestan muchas organizaciones y estudios realizados, (Organización Mundial de la salud, 2011,p. 34) La desinfección es supremamente importante durante el abastecimiento de agua para consumo humano con el fin de garantizar su calidad. Es fundamental eliminar los patógenos presentes en el agua, el uso de productos químicos es una operación frecuente para lograr este objetivo.

Este mismo enfoque lo comparte la FAO,(Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura,2012) “El agua potable es el agua libre de parásitos y bacterias, esta se logra mediante un proceso físico-químico de desinfección” (p,4)

Para esto se requería las recomendaciones de la secretaria de salud en materia de calidad del agua y procesos de desinfección, teniendo en cuenta la base legal se realizó un proceso de recolección de información que permitió tener una idea clara del contexto relacionado al suministro de agua potable, posteriormente se caracterizó y verifico el cumplimiento en materia normativa para luego desarrollar las medidas sanitarias correspondiente y finalizar con la verificación de los avances generados entorno al cumplimiento la normatividad alimentaria en los puntos antes expuestos.

Objetivos

Objetivo General

Generar avances significativos en pro del cumplimiento del numeral 3.1 del punto 3 del artículo 6 del capítulo 1 del título 2 de la Resolución 2674 en la empresa la Camasa

Objetivos Específicos

Comprender el contexto general de la empresa la Camasa en el marco del numeral 3.1 de la resolución 2674 del 2013

Definir el nivel de cumplimiento de la empresa la Camasa entorno al numeral 3.1 de la resolución 2674 del 2013

Desarrollar medidas que permitan la generación de avances en el cumplimiento del numeral 3.1 de la resolución 2674

Marco de Referencia

Marco Conceptual

Aguas subterráneas

El agua subterránea son masas de aguas contenidas que viajan por medio de los vacíos que se encuentran en las diferentes capas del subsuelo, por medio esta se pueden generar fuentes o acuíferos, en donde, las características del suelo se determinan como un factor determinante de origen de un punto de explotación adecuado del fluido (Fuentes, 2002) por otro lado, (Escobar, 2017) afirma:

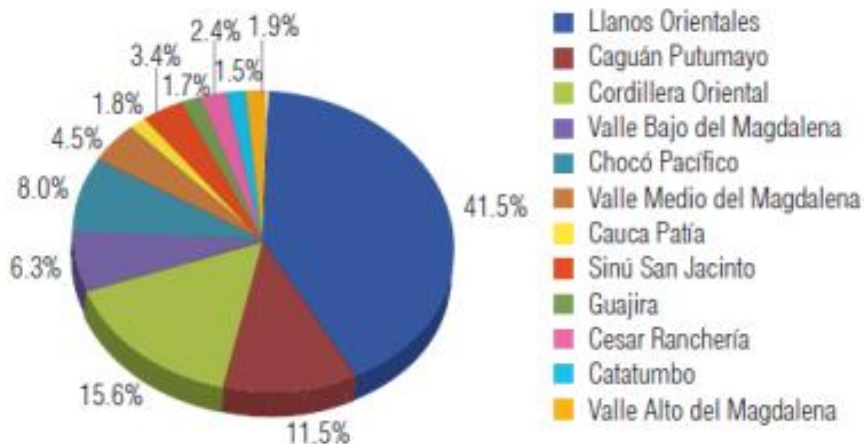
“Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran debajo de la superficie del terreno o dentro de los poros o fracturas de las rocas, o dentro de las masas de regolito; en zonas húmedas a metros de profundidad, en desiertos a cientos de metros. Estas aguas pueden ser originarias de precipitación, balance hidrológico de una cuenca fluvial, aguas condensadas, entre otros” (Escobar, 2017)

Agua subterránea en Colombia

Las aguas subterráneas en Colombia constituyen una fuente complementaria de aprovechamiento de poblaciones localizadas sin acceso a aguas superficiales y por ende son muy importantes para muchos sectores socioeconómicos (MINAMBIENTE, 2022). A continuación, se presenta un gráfico que especifica detalladamente la distribución de las aguas subterráneas en el territorio nacional.

Figura 1

Distribución porcentual de las aguas subterráneas en Colombia



Nota: Tomado de *Uso del Agua Subterránea en Colombia* (p.17), por Rodríguez et al.,2018.

Calidad del agua

La calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas (Ibañez Ardila & Sandoval Rodriguez,2015)

Captación de agua subterránea

Una captación de agua subterránea es toda aquella obra destinada a obtener un cierto volumen de agua de una formación acuífera concreta, para satisfacer una determinada demanda. (Ibañez Ardila & Sandoval Rodriguez,2015)

Importancia y usos del agua subterránea

Desde un punto de vista general el uso de agua subterránea debe estar condicionado a la aplicación de tratamiento que permitan alcanzar parámetros óptimos que no pongan en riesgo la salud de las personas. A nivel mundial, la importancia de las aguas subterráneas ha tomado gran valor en relación a su implementación, ya que, en algunas áreas no se cuenta con un sistema de captación diferente, en otros lugares se implementa este sistema de captación como único recurso para las diferentes labores domésticas o industriales, históricamente el uso de las aguas subterráneas se ha tomado en cuenta a nivel global, tal como lo describe (Herráiz, 2009), en donde afirma:

“Históricamente la utilización de aguas subterráneas ha sido un factor clave para el desarrollo de muchas ciudades. Algunas de las más pobladas del mundo se abastecen mayoritariamente con aguas subterráneas. Entre ellas están México, Calcuta, Shanghái, Buenos Aires, Dhaka, Manila, Pekín, Paris y Londres, y más de 4 millones de neoyorquinos se suministran del acuífero que hay a sus pies en Long Island. España es uno de los países europeos donde el porcentaje de utilización de aguas subterráneas para usos urbanos es más bajo, solo alcanza a un 30% de la población, siendo habitual en los europeos superar el 70%, es casi el 100% en Dinamarca, y supera al 50% en los Estados Unidos (Hudson et al 2004)”

Calidad alimentaria

El significado de la calidad de un alimentos se puede explicar desde su utilidad en relación a la totalidad de las características que diferencian a un producto y sirven para determinar el grado de aceptabilidad por parte del comprador.(Pope, M. Z,2011).

Alimento contaminado

Es un alimento contaminado que contiene microorganismos ,químicos, minerales u orgánicos extraños a su composición normal que al ser tóxicos se encuentran en una concentración mayor a las permitidas por la legislación vigente (Martinez,Garcinuño, R. (s.f.).

Contaminación de los alimentos

Martínez,(2017) “Cuando se habla de contaminación de alimentos se habla de la modificación que estos sufren por la presencia de gérmenes o elementos extraños como metales, productos tóxicos, etc., y que suponen un riesgo para la salud del consumidor. No es lo mismo un alimento contaminado que un alimento alterado o deteriorado, ya que cuando un alimento se encuentra deteriorado sus cualidades, olor, sabor, aspecto, se reducen o anulan, pudiéndose apreciar por medio de los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto). Sin embargo, la contaminación ni se nota ni se ve ya que los microorganismos no se aprecian a simple vista al ser microscópicos. Un alimento contaminado puede parecer completamente inocuo. Por tanto, es un error suponer que un alimento con buen aspecto está en buenas condiciones para su consumo, puesto que puede estar contaminado por bacterias”

Así un alimento puede estar:

Deteriorado y contaminado

Deteriorado y no contaminado

Contaminado y no deteriorado

Fuentes principales de contaminación

Martínez,(2017) Las principales fuentes de contaminación de los alimentos se pueden resumir en lo siguiente:

Utensilios y equipos: Han de ser higienizados periódicamente para impedir que, durante la elaboración y preparación de comidas, se vayan acumulando residuos y el nivel de microorganismos suponga un riesgo.

El hombre: El manipulador de alimentos es el factor de mayor riesgo respecto a la contaminación de los alimentos, debido al contacto continuo con ellos, de ahí que se deban extremar las buenas prácticas de manipulación, principalmente en la indumentaria de trabajo y en la higienización de las manos.

Insectos, roedores, aves: Estos animales padecen y transmiten enfermedades que pueden afectar al hombre. Por ello es imprescindible que se aplique un buen programa de control de plagas. También

Hay que señalar que en los locales donde se manipulen alimentos no podrá haber animales domésticos, ya que también pueden ser portadores de enfermedades transmisibles al hombre.

Agua: El agua puede ser un vehículo de sustancias tóxicas, microorganismos, metales pesados, etc., por lo que es imprescindible que para su uso en el proceso de elaboración y manipulación de alimentos se utilice agua potable.

Ambiente: El aire de las zonas de manipulación ha de estar lo menos contaminado posible, lo que se consigue con una buena ventilación y renovación continua del aire.

Materias primas: Deben ser de calidad, y cumplir con los requisitos que establece la legislación vigente.

Marco Legal

Resolución 2115 de 2007

“Por medio del cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano” (Ministerio protección social, Ministerio ambiente, & Ministerio vivienda y desarrollo territorial, 2007)

Resolución 2674 del 2013

Resolución enfocada a brindar información relevante sobre las condiciones locativas de abastecimiento de agua, almacenamiento de residuos y áreas de preparación, suministra información sobre el uso adecuado de equipos y utensilios, además de las condiciones que debe cumplir el manipulador de alimentos y otras disposiciones dirigidas a orientar a las empresas fabricantes, distribuidoras o comercializadoras de alimentos para cumplir con los estándares reglamentarios necesarios que garanticen la inocuidad de los alimentos protegiendo así la salud del consumidor, el artículo 1 relaciona el objeto de este acto administrativo “La presente resolución tiene por objeto establecer los requisitos sanitarios que debe cumplir las personas naturales y/o jurídicas que ejercen actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos y los requisitos para la notificación, permiso o registro sanitario de los alimentos según el riesgo en salud pública con el fin de proteger la vida y salud de las personas” (Ministerio de salud y protección social, 2013)

Decreto 1575 del 2007

Establece las disposiciones para la gestión integral aguas. Su objetivo principal es regular y promover acciones que contribuyan a proteger el ambiente y la salud pública mediante la implementación de medidas para el manejo adecuado del agua, ya que su uso inadecuado puede

convertirse en foco de contaminación y convertirse en un peligro para la salud humana, como se menciona en el artículo 1, “El objeto del presente decreto es establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada”

(Ministerio de salud y proteccion social,2007)

Decreto 622 del 2020

En este decreto se plasma información relevante para que entidades prestadoras de servicio público domiciliario de acueducto en zona rural mantenga un control constante de suministro de agua, especialmente las medidas para conservar la calidad de la misma y brinda información sobre los protocolos para realizar un seguimiento constante, numero de muestras, frecuencia y parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que se deben vigilar, mantener una supervisión constante de estos sistema de suministro son vital importancia para proteger al usuario, lo anterior queda manifestado en el objeto del Decreto 622 del 2020, “Por la cual se adopta el protocolo de inspección, vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano suministrada por personas prestadoras del servicio público domiciliario de acueducto en zona rural” (Ministerio de salud y proteccion social, y de vivienda, ciudad y territorio,2020)

Metodología

Para el desarrollo del proyecto se realizó una investigación aplicada en el desarrollo del proyecto se cumplen las siguientes fases:

Recolección de Información

Se realizó un proceso de recolección de información de la fuente de suministro de agua, ubicación, características de la misma y los procesos que involucran el uso del agua suministrada de dicha fuente.

Recolección de Información de la Fuente de Suministro de Agua

Con el fin de emplear un análisis completo y detallado de las instalaciones e identificar la fuente de suministro de agua, los puntos de almacenamiento y de distribución, se utilizaron las siguientes herramientas para la recolección de información

Entrevistas: A la gerente de la empresa, en lo concerniente al suministro y almacenamiento, su ubicación y el uso asignado al agua almacenada. Para esto se empleó una encuesta compuesta por las siguientes preguntas:

¿Cuál es la fuente de suministro de agua que utiliza la empresa?

¿Cómo almacenan el agua generada a partir de la fuente de suministro?

¿Dónde está ubicado el almacenamiento de agua?

¿Qué usos la empresa le da al agua de la fuente de suministro?

Observación: De la fuente de almacenamiento y mecanismos de distribución

Identificación de las Características Organolépticas y Microbiológicas del Agua

Se llevo a cabo la identificación de las características organolépticas y microbiológicas del agua antes y después de aplicar el proceso de desinfección por medio de dos análisis ambos de igual forma y utilizando los mismos elementos:

Análisis Organoléptico del Agua

Algunas de las características más importantes del agua son aquellas que se pueden captar con los sentidos ya que son prueba del estado actual de fuente hídrica y que nos pueden arrojar un análisis aunque parcial muy rápido de la calidad del agua recolectada a partir del aljibe.

Dentro de las características que se pueden evaluar en el agua están:

Color

Olor

Sabor

Turbidez

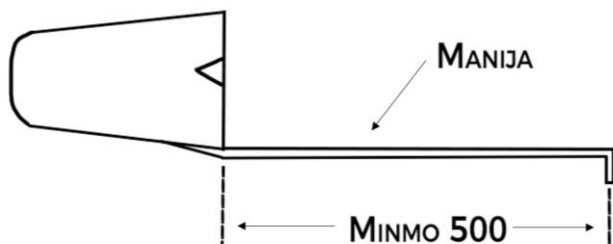
Se realizó una prueba sensorial por parte del tecnólogo en control de calidad de alimentos, Ivan Darío Agudelo Gonzalez que figuro como evaluador número 1 y el gerente de la empresa que figurara como evaluador 2 en el que se analizaron el olor y sabor del agua.

La muestra de control utilizada fue agua potable embotellada en presentación botellón.

El análisis se desarrolla siguiendo las siguientes pautas:

Se agita el agua contenida en el tanque plástico para obtener una muestra uniforme.

Se tomas dos muestras de cada tanque de almacenamiento, esto se realizará utilizando dos recipientes plásticos (Vasos de 5-7 onzas), se utilizará un cucharón de acero inoxidable como el que se muestra en la imagen 1 y se llena el vaso.

Figura 2*Cucharon para líquidos**Fuente: Autoría propia*

Se etiquetan o codifican con marcador.

Se preparan los evaluadores.

Cada uno prueba una muestra de cada tanque.

Para el análisis de las características de color y turbidez se recurrió a un laboratorio externo certificado conocido como AQUALIM por medio de los métodos de Unidades de Platino Cobalto (UPC) y Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT) respectivamente

Unidades de Platino Cobalto (UPC): El principio de este método se basó en la medición del color verdadero y/o aparente en una muestra de agua natural, mediante su comparación visual con una escala estandarizada de platino-cobalto. (La unidad platino-cobalto es la que se produce al disolver un mg de platino/L en forma de ion cloroplatinato). Este método depende de la apreciación visual del color de la muestra por el analista en comparación con una escala estandarizada. La percepción del color entre diferentes personas varía, por lo que se debe efectuar una selección del analista basada en su capacidad de apreciación del tono e intensidad del color.

Calcular las unidades de color por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Unidades de color Pt-Co} = A \times FD$$

Donde A = Color estimado de la muestra

FD = Factor de dilución de la muestra.

Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT): Este método se basa en la comparación entre la intensidad de la luz dispersada por la muestra bajo condiciones definidas y la intensidad de luz dispersada por una suspensión de referencia bajo las mismas condiciones; a mayor dispersión de luz corresponde una mayor turbiedad. Las lecturas son realizadas empleando un turbidímetro calibrado con una suspensión de referencia de formacina preparada bajo condiciones específicas. El polímero de formacina ha sido elegido como referencia debido a que es fácil de preparar y en cuanto a sus propiedades de dispersión de luz es más reproducible que otros como arcilla o agua turbia natural. La turbiedad de una suspensión de concentración específica de formacina se define como el equivalente a 40 UNT, esta suspensión tiene una turbiedad aproximada de 40 unidades Jackson si se determina en el turbidímetro de bujía, por lo tanto las unidades nefelométricas basadas en el empleo de formacina se aproximarán a las unidades del turbidímetro de bujía pero no serán idénticas. El aparato empleado en esta determinación consiste en un nefelómetro con una fuente de luz para iluminar la muestra y uno o varios detectores fotoeléctricos con un dispositivo de lectura exterior para indicar la intensidad de la luz dispersada a 90° de la dirección del haz de luz incidente

Calcular la turbiedad de la muestra original en base a la dilución realizada.

$$UNT = \frac{A * B}{C}$$

donde:

A son las UNT encontradas en la muestra;

B es el volumen final mL de la dilución realizada

C es el volumen mL de muestra tomada para la dilución.

Análisis Microbiológico del Agua Previo al Proceso de Desinfección

Para realizar el análisis microbiológico enfocado en identificar y cuantificar la presencia de *Coliformes totales* y *Echerichia Coli* se recurrió al laboratorio externo AQUALIM certificado para el análisis de agua, el cual realizo de dichos análisis utilizando la técnica de conteo del número más probable (NMP) antes y después de realizar la desinfección del agua:

Técnica del Número más Probable (NMP). Según la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Unidad Azcapotzalco de la Universidad Autónoma Metropolitana esta técnica de valoración del contenido microbiano de una muestra de agua requiere la utilización de tablas numéricas que tienen en cuenta los volúmenes de agua y las cantidades de tubos sembrados en una o más series. Realmente consiste en tratar estadísticamente el número de tubos con la muestra de agua de cada serie sembrada que resulten positivos después de su incubación. En cuanto a la investigación de patógenos en agua, no existe un método único que permita aislar e identificar todos estos microorganismos. En general, los métodos con los que se obtienen mejores resultados comprenden una fase de concentración, seguida de técnicas de enriquecimiento y aislamiento específicas para cada microorganismo.

El microorganismo indicador más comúnmente utilizado es *Escherichia coli*, considerando la OMS preferible emplear la expresión "*Coliforme fecal*" que comprende un número ligeramente mayor de variedades, todas ellas de claro origen fecal e indicadores de contaminación fecal reciente.

El método se basa en la inoculación de alícuotas de la muestra sin diluir que pueden ser volúmenes de 50, 10 Y 1 mL, ó de 10, 1 Y 0.1 mL, o diluida en caso necesario, en una serie de

tubos por triplicado o quintuplicado con un medio que contiene lactosa (caldo lactosado o caldo lauril triptosa).

Las muestras para el análisis bacteriológico, se deben tomar en frascos muestreadores lavados con extremo cuidado y esterilizados. En su interior se debe añadir, previo a la esterilización, 0.1 mL de solución de $Na_2S_2O_3$ (tiosulfato de sodio) al 10%, por cada 120 mL de muestra con el propósito de neutralizar la acción del cloro que pudiera contener la muestra, y cubrir con papel aluminio el tapón del frasco hasta el cuello.

El análisis bacteriológico de la muestra debe practicarse inmediatamente después de su recolección. Es por ello que se recomienda que de no efectuarse así el análisis, se inicie dentro de las dos horas próximas a la recolección de la muestra y en ningún caso, este lapso debe de exceder de 24 horas para agua potable y de 6 horas para otros tipos de agua para que sea válido el resultado del análisis. Se debe conservar la muestra a 4 °C durante el período que transcurre entre el muestreo y el análisis, con objeto de inhibir la actividad bacteriana, para no obtener resultados falsos o dudosos.

Interpretación. Los resultados se interpretan de la siguiente forma:

1. Si el total de tubos son negativos durante la prueba presuntiva: El análisis se da por terminado, reportando la ausencia de *Coliformes totales y fecales* en la muestra analizada.
2. Si resultan tubos positivos durante la prueba presuntiva: Todos aquellos tubos que den positivos se anotarán convenientemente y se procederá a realizar la prueba confirmatoria para *Coliformes totales y fecales*.

Prueba confirmatoria. Para aplicar la prueba confirmatoria se deben seguir los siguientes pasos:

1. Por cada uno de los tubos que han resultado positivos en la prueba presuntiva, agitándolos previamente para homogeneizar, inocular con tres asadas un tubo conteniendo caldo LBVB
2. Incubar durante 48 ± 3 h a 35 ± 0.5 °C.
3. Después de la incubación observar la presencia de turbidez y de gas.

Interpretación. Los resultados se interpretan de la siguiente forma:

1. Si se observa turbidez y producción de gas: La prueba se considera POSITIVA, debiendo anotar el número de tubos positivos para posteriormente hacer el cálculo del NMP.
2. Si no se observa producción de gas, aun cuando se observe turbidez: Se consideran negativos, estableciéndose el Código 0,0,0 para efecto del cálculo del NMP, en la Figura 3.

Prueba Confirmatoria para Coliformes Fecales. Para aplicar la prueba confirmatoria se deben seguir los siguientes pasos:

1. Por cada uno de los tubos que han resultado positivos en la prueba presuntiva, agitándolos para homogeneizar, Inocular con tres asadas un tubo conteniendo caldo E.C.
2. Incubar durante 24 horas a 44 ± 0.5 °C, observar presencia de turbidez y gas

Interpretación. Los resultados se interpretan de la siguiente forma:

1. Si se observa turbidez y producción de gas: La prueba se considera POSITIVA, debiendo anotar el número de tubos positivos para posteriormente hacer el cálculo del NMP.
2. Si no se observa producción de gas, aun cuando se observe turbidez: Se consideran negativos, estableciéndose el Código 0,0,0 para efecto del cálculo del NMP en la Figura 3.

Cálculos. De acuerdo a los tubos positivos en las pruebas confirmativas para Coliformes totales y fecales: Establecer los códigos correspondientes para calcular por referencia en la tabla

estadística correspondiente, Figura 3 y 4, el NMP de Coliformes totales y fecales en 100 mL de agua. En caso de no encontrar en las Tablas la combinación de tubos adecuada, emplear para los cálculos la siguiente ecuación:

$$\frac{NMP}{100mL} = \frac{No. de tubos positivos \times 100}{\sqrt{mL de muestra en tubos negativos \times mL de muestra en todos los tubos}}$$

Figura 3

Índice del NMP y límite confiable de 95% para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan: 5 tubos con porciones de 10 cm³ en cada uno, 5 con porciones de 1 cm³ y 5 con porciones de 0.1 cm³.

| No. De tubos con reacciones positivas. | | | Índice del NMP por 100 cm ³ . | Límite confiable de 95%. | | No. De tubos con reacciones positivas. | | | Índice del NMP por 100 cm ³ . | Límite confiable de 95%. | |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------|----------|--|---------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------|----------|
| 5 tubos con 10 cm ³ . | 5 tubos con 1 cm ³ . | 5 tubos con 0.1 cm ³ . | | inferior | Superior | 5 tubos con 10 cm ³ . | 5 tubos con 1 cm ³ . | 5 tubos con 0.1 cm ³ . | | inferior | Superior |
| 0 | 0 | 0 | <2 | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 1 | 2 | <0.5 | 7 | 4 | 2 | 1 | 26 | 9 | 78 |
| 0 | 1 | 0 | 2 | <0.5 | 7 | 4 | 3 | 0 | 27 | 9 | 80 |
| 0 | 2 | 0 | 4 | <0.5 | 11 | 4 | 3 | 1 | 33 | 11 | 93 |
| | | | | | | 4 | 4 | 0 | 34 | 12 | 93 |
| 1 | 0 | 0 | 2 | <0.5 | 7 | | | | | | |
| 1 | 0 | 1 | 4 | <0.5 | 11 | 5 | 0 | 0 | 23 | 7 | 70 |
| 1 | 1 | 0 | 4 | <0.5 | 11 | 5 | 0 | 1 | 31 | 11 | 89 |
| 1 | 1 | 1 | 6 | <0.5 | 15 | 5 | 0 | 2 | 43 | 15 | 110 |
| 1 | 2 | 0 | 6 | <0.5 | 15 | 5 | 1 | 0 | 33 | 11 | 93 |
| | | | | | | 5 | 1 | 1 | 46 | 16 | 120 |
| 2 | 0 | 0 | 5 | <0.5 | 13 | 5 | 1 | 2 | 63 | 21 | 150 |
| 2 | 0 | 1 | 7 | 1 | 17 | | | | | | |
| 2 | 1 | 0 | 7 | 1 | 17 | 5 | 2 | 0 | 49 | 17 | 130 |
| 2 | 1 | 1 | 9 | 2 | 21 | 5 | 2 | 1 | 70 | 23 | 170 |
| 2 | 2 | 0 | 9 | 2 | 21 | 5 | 2 | 2 | 94 | 28 | 220 |
| 2 | 3 | 0 | 12 | 3 | 28 | 5 | 3 | 0 | 79 | 25 | 190 |
| | | | | | | 5 | 3 | 1 | 110 | 31 | 250 |
| 3 | 0 | 0 | 8 | 1 | 19 | 5 | 3 | 2 | 140 | 37 | 340 |
| 3 | 0 | 1 | 11 | 2 | 25 | | | | | | |
| 3 | 1 | 0 | 11 | 2 | 25 | 5 | 3 | 3 | 180 | 44 | 500 |
| 3 | 1 | 1 | 14 | 4 | 34 | 5 | 4 | 0 | 130 | 35 | 300 |
| 3 | 2 | 0 | 14 | 4 | 34 | 5 | 4 | 1 | 170 | 43 | 490 |
| 3 | 2 | 1 | 17 | 5 | 46 | 5 | 4 | 2 | 220 | 57 | 700 |
| 3 | 3 | 0 | 17 | 5 | 46 | 5 | 4 | 3 | 280 | 90 | 850 |
| | | | | | | 5 | 4 | 4 | 350 | 120 | 1000 |
| 4 | 0 | 0 | 13 | 3 | 31 | 5 | 5 | 0 | 240 | 68 | 750 |
| 4 | 0 | 1 | 17 | 5 | 46 | 5 | 5 | 1 | 350 | 120 | 1000 |
| 4 | 1 | 0 | 17 | 5 | 46 | 5 | 5 | 2 | 540 | 180 | 1400 |
| 4 | 1 | 1 | 21 | 7 | 63 | 5 | 5 | 3 | 920 | 300 | 3200 |
| 4 | 1 | 2 | 26 | 9 | 78 | 5 | 5 | 4 | 1600 | 640 | 5800 |
| 4 | 2 | 0 | 22 | 7 | 67 | 5 | 5 | 5 | ≥2400 | | |

Nota: Tomado de *Microbiología Aplicada. Manual de laboratorio* (p.134), por Castañeda

M.T.,2009.

Figura 4

Índice del NMP y límite confiable de 95% para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan: 3 tubos con porciones de 10 cm³, 3 con porciones de 1 cm³ y 3 con porciones de 0.1 cm³.

| No. de tubos con reacciones positivas. | | | Índice del NMP Por 100 cm ³ | Límite confiable de 95% | |
|--|----------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------|----------|
| 3 tubos con 10 cm ³ | 3 tubos con 1 cm ³ | 3 tubos con 0.1 cm ³ | | Inferior | Superior |
| 0 | 0 | 0 | < 3 | | |
| 0 | 0 | 1 | 3 | < 0.5 | 9 |
| 0 | 1 | 0 | 3 | < 0.5 | 13 |
| 1 | 0 | 0 | 4 | < 0.5 | 20 |
| 1 | 0 | 1 | 7 | 1 | 21 |
| 1 | 1 | 0 | 7 | 1 | 23 |
| 1 | 1 | 1 | 11 | 3 | 36 |
| 1 | 2 | 0 | 11 | 3 | 36 |
| 2 | 0 | 0 | 9 | 1 | 36 |
| 2 | 0 | 1 | 14 | 3 | 37 |
| 2 | 1 | 0 | 15 | 3 | 44 |
| 2 | 1 | 1 | 20 | 7 | 89 |
| 2 | 2 | 0 | 21 | 4 | 47 |
| 2 | 2 | 1 | 28 | 10 | 150 |
| 3 | 0 | 0 | 23 | 4 | 120 |
| 3 | 0 | 1 | 39 | 7 | 130 |
| 3 | 0 | 2 | 64 | 15 | 380 |
| 3 | 1 | 0 | 43 | 7 | 210 |
| 3 | 1 | 1 | 75 | 14 | 230 |
| 3 | 1 | 2 | 120 | 30 | 380 |
| 3 | 2 | 0 | 93 | 15 | 380 |
| 3 | 2 | 1 | 150 | 30 | 440 |
| 3 | 2 | 2 | 210 | 35 | 470 |
| 3 | 3 | 0 | 240 | 36 | 1300 |
| 3 | 3 | 1 | 460 | 71 | 2400 |
| 3 | 3 | 2 | 1100 | 150 | 4800 |
| 3 | 3 | 3 | ≥ 2400 | | |

Nota: Tomado de *Microbiología Aplicada. Manual de laboratorio* (p.137), por Castañeda M.T., 2009.

Seguimiento Previo de las Características Organolépticas y Microbiológicas

En base al proceso de recolección de información e identificación de características organolépticas y microbiológicas se procedió a verificar el cumplimiento de las condiciones reglamentadas en el numeral 3.1 del Artículo 6 de la Resolución 2674 del 2013, se validó si el agua extraída del aljibe contaba con las condiciones establecidas en artículo 3.1 de la Resolución

2674 de 2013 tomando como referencia las características organolépticas (Color, olor, sabor y turbidez) y microbiológicas (*Cantidad de Coliformes Totales y Escherichia Coli.*) exigidas en cuadro N° 1 del Artículo 2 del capítulo 2 y el cuadro N°5 del Artículo 11 del Capítulo III de la resolución 2115 del 2007 relacionados a continuación:

Tabla 1

Características físicas

| Características físicas | Expresadas como | Valor máximo aceptable |
|-------------------------|---|------------------------|
| Color aparente | Unidades de platino cobalto (UPC) | 15 |
| Olor y sabor | Aceptable o no aceptable | Aceptable |
| Turbiedad | Unidades Nefelometricas de turbiedad(UNT) | 2 |
| Dureza total | CaCO ₃ | 300 mg/L |

Nota: Tomado de (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial,2007)

Tabla 2

Características microbiológicas

| Técnica utilizada | <i>Coliformes totales</i> | <i>Escherichia Coli</i> |
|-------------------|--|--|
| Enzima sustrato | < de 1 microorganismo en 100 cm ³ | < de 1 microorganismo en 100 cm ³ |

Nota: Tomado de (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial,2007)

Conociendo los parámetros organolépticos y microbiológicos exigidos por la normatividad se procedió a realizar la comparación entre la información obtenida del análisis organoléptico y el análisis microbiológicos y la establecida en la tablas 1 y 2.

Desarrollo de las Medidas de Saneamiento

Al revisar los resultados del seguimiento previo de las características organolépticas y microbiológicas y teniendo como objetivo principal generar avances significativos en pro del cumplimiento del numeral 3.1 del Artículo 6 la Resolución 2674 en la empresa la Camasa se llevó a cabo un proceso de saneamiento conocido como desinfección teniendo en cuenta las recomendaciones del Ministerio de Salud y protección social en materia de la calidad del agua y usando hipoclorito de sodio al 15%, la información técnica del hipoclorito de sodio se mostrará en el Apéndice A.

Proceso de Desinfección (Cloración)

Para realizar el proceso de cloración se tuvieron en cuenta las recomendaciones de entidades gubernamentales especialistas en el tema (Ministerio de salud y protección social, s.f) en la que establece que a un litro de agua se agreguen entre dos y cinco gotas de la solución de hipoclorito y deje reposar durante 30 minutos

Lo primero fue revisar visualmente la turbidez del agua (Esta puede ser fuente de protección para microorganismos) para la empresa el agua contaba con niveles de turbidez aceptables, esto se debe a que el agua que es trasladada del aljibe al tanque de almacenamiento es sometida a decantación y filtración eliminando pequeñas partículas por medio del filtro instalado previo a la llegada del líquido a los tanques.

Si se parte de que 1 gota equivale a 0.05mL y que la empresa contaba con tanques de almacenamiento de 1000 L el total de gotas a adicionar es de 2000 gotas o 100 mL de hipoclorito al 5%, dado que la empresa contaba con hipoclorito al 15%, lo primero fue desarrollar una solución al 5% para esto se emplearon 200mL de hipoclorito de sodio al 15% y se agregaron 480mL de agua para obtener una solución de 680mL de hipoclorito al 5%, de esta solución de

utilizaron 100mL para el tanque 1 y 100mL para el tanque 2. El objetivo era alcanzar niveles de cloro residual entre 1 y 1.5ppm (Partes por millón), esta es la concentración aceptable de cloro residual en cualquier punto de la red de distribución del agua (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2007, p.8)

Medición del Cloro Residual. Se procedió a realizar la medición del cloro residual terminado el proceso de desinfección para verificar que los niveles de cloro residual se encuentren en los valores óptimos de 1 y 1.5ppm. Para la medición del cloro residual se utilizó un kit de medición de la marca PANDA.

Figura 5

Kit analizador de cloro y pH



Fuente: Autoría propia

Figura 6*Implementos del kit de medición de cloro y pH*

Fuente: Autoría propia

Uso del Kit Analizador (Cálculo de cloro residual). Lo primero fue llenar el vial con agua hasta la marca, la muestra se tomó a una profundidad de 40 cm aproximadamente y posteriormente se añadieron 4 gotas de solución OTO (Ortotolidina), se cubrió el vial o recipiente con la tapa y se invirtió varias veces el recipiente para mezclar, se comparó la lectura con la banda coloreada.

Interpretación de resultados. Si el tono alcanzado en el vial establecido para la medición de cloro residual es igual a los establecidos para los valores de 1 y 1.5 ppm entonces el agua cuenta con los valores óptimos de cloro residual. Si el valor es inferior a 0.3 ppm, se llevara a cabo el proceso de cloración.

Seguimiento Posterior de las Características Organolépticas y Microbiológicas

Terminada la aplicación de las medidas de saneamiento al agua extraída del aljibe se procedió a verificar el cumplimiento de las condiciones reglamentadas en el numeral 3.1 del Artículo 6 la Resolución 2674 del 2013, se validó si el agua extraída del aljibe contaba con las

condiciones establecidas en artículo 3.1 de la Resolución 2674 de 2013 tomando como referencia las características organolépticas (Color,olor,sabor y turbidez) y microbiológicas (*Cantidad de Coliformes Totales y Escherichia Coli.*) exigidas en cuadro N° 1 del Artículo 2 del capítulo 2 y el cuadro N°5 del Artículo 11 del Capítulo III de la resolución 2115 del 2007.

Conociendo los parámetros organolépticos y microbiológicos exigidos por la normatividad se procede a realizar la comparación entre la información obtenida del análisis organoléptico y el análisis microbiológicos posteriores al proceso de desinfección y la establecida en la tablas 1 y 2.

Verificación de los Avances Realizados

Terminada la aplicación de las medidas de saneamiento al agua extraída del aljibe se procedió a verificar si se realizaron avances significativos en el cumplimiento de las condiciones reglamentadas en el numeral 3.1 del Artículo 6 la Resolución 2674 del 2013

Para verificar estos avances se realizó una comparación entre los resultados del seguimiento previo y los resultados del seguimiento posterior en el que se pudieron observar los cambios generados en relación a las características organolépticas y microbiológicas del agua antes y después del proceso de desinfección

Resultados

Resultados de la Recolección de Información de la Fuente de Suministro de Agua

Las respuestas generadas por parte de la gerente fueron:

¿Cuál es la fuente de suministro de agua que utiliza la empresa?

Respuesta de la gerente: El agua extraída del aljibe

¿Cómo almacenan el agua generada a partir de la fuente de suministro?

Respuesta de la gerente: En tanques plásticos de 100 Litros

¿Dónde está ubicado el almacenamiento de agua y la fuente de suministro?

Respuesta de la gerente: El aljibe cerca de la entrada de la planta y los tanques en un segundo piso

¿Qué usos la empresa le da al agua de la fuente de suministro?

Respuesta de la gerente: Para la limpieza, producción de vapor, lavamanos, duchas y baños.

En base a las respuestas generadas por la gerente y la observación realizada se estableció que la planta de producción no hacía uso del abastecimiento regular de agua potable por parte de una empresa de acueducto municipal e implementaba en su lugar el uso de un aljibe para la recolección de agua para luego trasladar el líquido almacenado en el aljibe a los respectivos tanques de almacenamiento de agua que contendrán el líquido que se distribuye por medio de la red interna de suministro.

Esta fuente hídrica era sometida a un proceso de filtrado físico y luego era utilizada durante toda la cadena de producción, en el lavado de equipos, utensilios y superficies de la planta de producción, generación de vapor, lavamanos, duchas y baños.

La ubicación del aljibe se encontraba en la zona superior de la planta a un costado del ingreso del personal operativo, su estructura y tapa están fabricados en cemento (Poroso)

Figura 7

Aljibe



Fuente: Autoría propia

Los tanques de almacenamiento se encontraban en el segundo piso, fabricados en plástico con una capacidad aproximada de almacenamiento de 1000L para efectos de este proyecto se enumerarán los tanques como:

- **Tanque 1:** El tanque al costado derecho de la imagen
- **Tanque 2:** El tanque al costado izquierdo de la imagen

Figura 8

Tanques de almacenamiento



Fuente: Autoría propia

Resultados del Análisis Organoléptico del Agua Previo a la Desinfección

Los resultados obtenidos de la prueba sensorial para el tanque número 1 (Se aplicó el análisis a dos muestras diferentes replicándolo para mayor confianza en los resultados) fueron los siguientes:

Tabla 3

Registro de resultados de la prueba sensorial para olor y sabor para el agua contenida en el tanque 1 previo a la desinfección

| Evaluadores | Sabor | | Olor | | Resultado final |
|-------------|------------|---------------|------------|---------------|------------------------------|
| | Estado | | Estado | | Estado |
| | Acceptable | No acceptable | Acceptable | No acceptable | Acceptable/ No Acceptable |
| Evaluable 1 | X | | | X | No acceptable |
| Evaluable 2 | X | | X | | |
| Evaluable 1 | X | | | X | No acceptable |
| Evaluable 2 | X | | X | | |

Los resultados obtenidos de la prueba sensorial para el tanque número 2(Se aplicó el análisis a dos muestras diferentes replicándolo para mayor confianza en los resultados) fueron los siguientes:

Tabla 4

Registro de resultados de la prueba sensorial para olor y sabor para el agua contenida en el tanque 2 previo a la desinfección

| Evaluadores | Sabor | | Olor | | Resultado final |
|-------------|-----------|--------------|-----------|--------------|----------------------------|
| | Estado | | Estado | | Estado |
| | Aceptable | No Aceptable | Aceptable | No Aceptable | Aceptable/ No aceptable |
| Evaluador 1 | X | | | X | No aceptable |
| Evaluador 2 | X | | X | | |
| Evaluador 1 | X | | | X | No aceptable |
| Evaluador 2 | X | | X | | |

Figura 9

Resultados del análisis realizado por el laboratorio AQUALIM para Color y Turbidez previo a la desinfección

| Fecha de Análisis | | Parámetro | Resultado | Unidades | LCM | Método | Técnica |
|-------------------|--|----------------------------|-----------|-------------------------|-------|--------------------------------|---|
| 2023-02-16 | | pH | 5,19 | Und de pH | N.A. | SM 4500-H ⁺ B | Electrométrico |
| 2023-02-16 | | Temperatura | 23,9 | °C | N.A. | SM 2550 B | Directo |
| 2023-02-17 | | Coliformes Totales* | 260 | NMP/100mL | 1 | SM 9223 B | Sustrato Enzimático Multicelida |
| 2023-03-01 | | Manganeso Total* | <0,05 | mg Mn/L | 0,05 | SM 3030 E - SM 3111 B Ed 23 th | Digestión - AA - Llama Aire-Acetileno |
| 2023-02-22 | | Aluminio Total* | <0,80 | mg AL/L | 0,8 | SM 3030 E - SM 3111 D Ed 23 th | Digestión - AA - Llama Oxido Nitroso-Acetileno |
| 2023-03-07 | | Carbono Organico Total* | 2,83 | mg C/L | 2 | EPA 415.1 | Combustión - Oxidación |
| 2023-02-17 | | Escherichia Coli* | 60,0 | NMP/100mL | 1 | SM 9223 B | Sustrato Enzimático Multicelida |
| 2023-02-18 | | Turbidez* | <1,00 | NTU | 1 | SM 2130 B | Nefelométrico |
| 2023-02-18 | | Sulfatos | <10,00 | mg SO ₄ -S/L | 10 | SM 4500-SO ₄ -2 E | Gravimétrico |
| 2023-03-02 | | Molibdeno Total* | <0,005 | mg Mo/L | 0,005 | SM 3030 E - SM 3111 D | Digestión Ácido Nitroso-AA-Iarna directa Oxido nitroso -Acetileno |
| 2023-02-17 | | Nitritos | <0,085 | mg NO ₂ -L | 0,085 | J.Rodier, SA Ed 2009 | Reactivo Zambelli |
| 2023-02-17 | | Nitratos | 4,60 | mg NO ₃ -L | 0,03 | SM 4500-NO ₃ E | Espectrofotométrico |
| 2023-02-20 | | Magnesio Disuelto* | 1,73 | mg Mg/L | 1,5 | SM 3500-Mg B | Cálculo |
| 2023-02-21 | | Hierro Total* | <0,080 | mg Fe/L | 0,08 | SM 3500-Fe B | Fenantrolina |
| 2023-02-18 | | Fosforo Reactivo Disuelto* | <0,040 | mg P/L | 0,04 | SM 4500-P B.E | Filtración - Ácido Ascórbico |
| 2023-02-23 | | Fluoruros | 0,250 | mg/L | 0,02 | SM 4500-F D | Espectrofotométrico |
| 2023-02-20 | | Dureza Total* | 10,1 | mg CaCO ₃ /L | 16 | SM 2340 C | Volumétrico con EDTA |
| 2023-02-20 | | Dureza Calcio* | 8,00 | mg CaCO ₃ /L | 16 | SM 2340 C B | Volumétrico con EDTA |
| 2023-02-18 | | Color Aparente | 21,0 | U Pt-Co | 1 | SM 2120 C | Espectrofotométrico |
| 2023-02-20 | | Cloruros* | 17,7 | mg Cl -L | 10 | SM 4500-Cl B | Argentométrico |
| 2023-02-16 | | Cloro Residual Libre | 0,030 | mg Cl ₂ /L | 0,02 | SM 4500-Cl G | Espectrofotométrico |
| 2023-02-20 | | Calcio Disuelto* | <2,40 | mg Ca/L | 2,4 | SM 3500-Ca B | Volumétrico con EDTA |
| 2023-02-16 | | Alcalinidad Total* | <10,00 | mg CaCO ₃ /L | 10 | SM 2320 B | Volumétrico |

Parámetro No Acreditado, * Parámetros Acreditados por el IDEAM; + Parámetros Subcontratados; + Parámetros Subcontratados Acreditados (ISC); Corresponden a información suministrada por el cliente.; SM: Standard Methods for the Examination of Water And Wastewater.

LCM: Límite de cuantificación del método; NMP: Número Más Probable; UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

OBSERVACIONES:

Nota: Tomado del Informe de resultados, por el laboratorio AQUALIM, 2023

Resultados del Análisis Microbiológico del Agua Previo a la Desinfección

Terminado el análisis microbiológico del agua por parte de la empresa AQUALIM se visualizan los resultados obtenidos, algunos datos fueron tachados con el fin de proteger información personal del gerente de la empresa.

Figura 10

Resultados microbiológicos del agua no desinfectada

| Fecha de Análisis | | Parámetro | Resultado | Unidades | LCM | Método | Técnica |
|-------------------|----------------------------|-----------|-----------|------------|-------|--------------------------------|---|
| 2023-02-16 | pH | | 5.19 | Und de pH | N.A. | SM 4500-H+ B | Electrométrico |
| 2023-02-16 | Temperatura | | 23.9 | °C | N.A. | SM 2550 B | Directo |
| 2023-02-17 | Coliformes Totales* | | 260 | NMP/100mL | 1 | SM 9223 B | Sustrato Enzimático Multicolorida |
| 2023-03-01 | Manganeso Total* | | <0,05 | mg Mn/L | 0,05 | SM 3030 E - SM 3111 D ES 23 In | Digestión - AA - Usando AFB-Acetileno |
| 2023-02-22 | Aluminio Total* | | <0,80 | mg Al/L | 0,8 | SM 3030 E - SM 3111 D ES 23 In | Digestión - AA - Usando Oxido Nitroso |
| 2023-03-07 | Carbono Organico Total* | | 2.83 | mg C/L | 2 | EPA 415.1 | Combustión - Oxidación |
| 2023-02-17 | Escherichia Coli* | | 60,0 | NMP/100mL | 1 | SM 9223 B | Sustrato Enzimático Multicolorida |
| 2023-02-18 | Turbidez* | | <1,00 | NPH | 1 | SM 8988 B | Nefelométrico |
| 2023-02-18 | Sulfatos* | | <10,00 | mg SO4-2/L | 10 | SM 4500 SO4-2 E | Turbidimétrico |
| 2023-03-02 | Molibdeno Total* | | <0,005 | mg Mo/L | 0,005 | SM 3030 E - SM 3111 D | Digestión Ácido Nítrico-AA-Iama directa |
| 2023-02-17 | Nitritos | | <0,085 | mg NO2-/L | 0,085 | J.Rodier, 9A Ec 2009 | Oxido nítrico -Acetileno |
| 2023-02-17 | Nitratos | | 4,60 | mg NO3-/L | 0,3 | SM 4500-NO3 E | Reactivo Zambelli |
| 2023-02-20 | Magnesio Disuelto* | | 1,73 | mg Mg/L | 1,5 | SM 3500-Mg B | Espectrofotométrico |
| 2023-02-21 | Hierro Total* | | <0,080 | mg Fe/L | 0,08 | SM 3500-Fe B | Cálculo |
| 2023-02-18 | Fosforo Reactivo Disuelto* | | <0,040 | mg P/L | 0,04 | SM 4500-P B E | Fenantrolina |
| 2023-02-23 | Fluoruros | | 0,250 | mg/L | 0,02 | SM 4500-F D | Filtración - Ácido Ascórbico |
| 2023-02-20 | Dureza Total* | | 10,1 | mg CaCO3/L | 10 | SM 2340 C | Espectrofotométrico |
| 2023-02-20 | Dureza Calcica* | | <8,00 | mg CaCO3/L | 10 | SM 3500-Ca B | Volumétrico con EDTA |
| 2023-02-18 | Color Aparente | | 21,0 | U Pt-Co | 1 | SM 2120 C | Volumétrico con EDTA |
| 2023-02-20 | Cloruros* | | 17,7 | mg Cl-/L | 10 | SM 4500-Cl B | Espectrofotométrico |
| 2023-02-16 | Cloro Residual Libre | | 0,030 | mg Cl2/L | 0,02 | SM 4500-Cl G | Argentométrico |
| 2023-02-20 | Calcio Disuelto* | | <2,40 | mg Ca/L | 2,4 | SM 3500-Ca B | Espectrofotométrico |
| 2023-02-16 | Alcalinidad Total* | | <10,00 | mg CaCO3/L | 10 | SM 2320 B | Volumétrico con EDTA |

Parámetro No Acreditado, * Parámetros Acreditados por el IDEAM; + Parámetros Subcontratados; + Parámetros Subcontratados Acreditados (ISC) Corresponden a información suministrada por el cliente.; SM: Standard Methods for the Examination of Water And Wastewater.

LCM: Límite de cuantificación del método; NMP: Número Más Probable; UFC: Unidades Formadoras de Colonias

OBSERVACIONES:

Nota: Tomado del Informe de resultados, por el laboratorio AQUALIM, 2023

Resultados del Seguimiento Previo

Al realizar la comparación entre los resultados del análisis organoléptico y microbiológico previo al proceso de desinfección y los cuadros N°1 y N°5 del Artículo 2 y 11 de la resolución 2115 del 2007 se observaron los siguientes resultados:

Tabla 5

Tabla comparativa de los resultados organolépticos previo al proceso de desinfección

| Concepto normativo | Valor máximo aceptable (Según resolución 2115 de 2007) | Resultado del análisis organoléptico | Conclusión |
|---------------------------|---|---|-------------------|
| Olor | Aceptable | No aceptable | No aceptable |
| Sabor | Aceptable | Aceptable | Aceptable |
| Color | 15 | 21 | No aceptable |
| Turbidez | 2 | <1 | Aceptable |

Tabla 6

Tabla comparativa de los resultados microbiológicos previo al proceso de desinfección

| Concepto normativo | Valor máximo aceptable (Según resolución 2115 de 2007) | Resultado del análisis microbiológico | Conclusión |
|----------------------------------|---|--|-------------------|
| <i>Coliformes totales</i> | < de 1 microorganismo en 100 cm ³ | 260 NMP/100mL | No aceptable |
| <i>Escherichia Coli</i> | < de 1 microorganismo en 100 cm ³ | 60 NMP/100 mL | No aceptable |

Tras comparar la información recolectada con el análisis organoléptico relacionado al olor y sabor y los valores de turbidez y color suministrados por el laboratorio AQUALIM y compararlos con los valores máximos permitidos en la resolución 2115 del 2007 fue posible establecer que el agua suministrada por el aljibe no cumple con las condiciones de calidad exigidas en el numeral 3.1 del punto 3 del artículo 6 del capítulo 1 del título 2 de la resolución 2674:

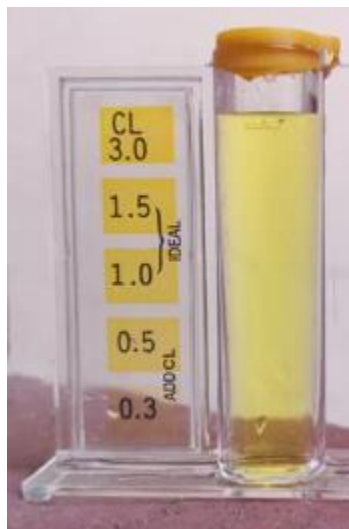
“3.1. El agua que se utilice debe ser de calidad potable y cumplir con las normas vigentes establecidas por el ministerio de salud y protección social”

Resultados de la Medición de Cloro Residual Posterior a la Desinfección

Luego de seguir los pasos para medir el nivel de cloro residual terminado el proceso de desinfección se obtuvieron los siguientes resultados

Figura 11

Resultados de la medición de cloro residual



Fuente: Autoría propia

Como se puede observar logramos tener valores de cloro residual entre 1 y 1.5ppm

Resultados del Análisis Organoléptico del Agua Posterior a la Desinfección

Los resultados obtenidos de la prueba sensorial (Se aplicó el análisis a dos muestras diferentes por replicado para mayor confianza en los resultados) fueron los siguientes:

Tabla 7

Registro de resultados de la prueba sensorial al tanque 1 posterior a la desinfección

| Evaluadores | Sabor | | Olor | | Resultado final |
|-------------|------------|---------------|------------|---------------|------------------------------|
| | Estado | | Estado | | Estado |
| | Acceptable | No Acceptable | Acceptable | No Acceptable | Acceptable/ No acceptable |
| Evaluable 1 | X | | X | | Acceptable |
| Evaluable 2 | X | | X | | |
| Evaluable 1 | X | | X | | Acceptable |
| Evaluable 2 | X | | X | | |

Los resultados obtenidos de la prueba sensorial para el tanque número 2(Se aplicó el análisis a dos muestras diferentes replicándolo para mayor confianza en los resultados) fueron los siguientes:

Tabla 8

Registro de resultados de la prueba sensorial al tanque 2 posterior a la desinfección

| Evaluadores | Sabor | | Olor | | Resultado final |
|-------------|------------|---------------|------------|---------------|------------------------------|
| | Estado | | Estado | | Estado |
| | Acceptable | No Acceptable | Acceptable | No Acceptable | Acceptable/ No acceptable |
| Evaluable 1 | X | | X | | Acceptable |
| Evaluable 2 | X | | X | | |
| Evaluable 1 | X | | X | | Acceptable |
| Evaluable 2 | X | | X | | |

Figura 12

Resultados del análisis realizado por el laboratorio AQUALIM para Color y Turbidez posterior a la desinfección

| Fecha de Análisis | | Parámetro | Resultado | Unidades | LCM | Método | Técnica |
|-------------------|--|----------------------------|-----------|------------|-------|--------------------------------|--|
| 2023-02-16 | | pH | 6.5 | Und de pH | N.A. | SM 4500-H+ B | Electrométrico |
| 2023-02-16 | | Temperatura | 23.9 | °C | N.A. | SM 2550 B | Directo |
| 2023-02-17 | | Coliformes Totales | 2 | NMP/100ml | 1 | SM 9223 B | Sustrato Enzimático Multicelda |
| 2023-03-01 | | Manganeso Total | <0.00 | mg Mn/L | 0.05 | SM 3030 E - SM 3111 B Ed 23th | Digestión - AA - Llama Azul-Aceitileno |
| 2023-02-22 | | Aluminio Total* | <0.80 | mg Al/L | 0.8 | SM 3030 E - SM 3111 D Ed 23 th | Digestión - AA - Llama Oxido Nitroso-Aceitileno |
| 2023-03-07 | | Carbono Organico Total** | 2.83 | mg C/L | 2 | EPA 415.1 | Combustión - Oxidación |
| 2023-02-17 | | Escherichia Coli* | 0.8 | NMP/100ml | 1 | SM 9223 B | Sustrato Enzimático Multicelda |
| 2023-02-18 | | Turbidez* | <1.00 | NTU | 1 | SM 2130 B | Nefelométrico |
| 2023-02-18 | | Sulfatos* | <10.00 | mg SO4-2/L | 10 | SM 4500 SO4-2 E | Turbidimétrico |
| 2023-03-02 | | Molibdeno Total** | <0.005 | mg Mo/L | 0.005 | SM 3030 E - SM 3111 D | Digestión Acido Nítrico-AA-Llama directa Oxido nítrico -Aceitileno |
| 2023-02-17 | | Nitritos | <0.085 | mg NO2-L | 0.085 | J Rodier, 9A Ed 2009 | Reactivo Zambelli |
| 2023-02-17 | | Nitratos | 1.60 | mg NO3-L | 0.3 | SM 4500-NO3 E | Espectrofotométrico |
| 2023-03-06 | | Manganeso Disuelto* | 1.73 | mg Mn/L | 0.3 | SM 3030 E - B | Cátodo |
| 2023-03-04 | | Mneco Total* | <0.080 | mg Mn/L | 0.08 | SM 3030 E - B | Espectrofotométrico |
| 2023-02-18 | | Fosforo Reactivo Disuelto* | <0.040 | mgP/L | 0.04 | SM 4500-P B E | Filtración - Acido Ascórbico |
| 2023-02-23 | | Fluoruros | 0.150 | mg/L | 0.02 | SM 4500-F D | Espectrofotométrico |
| 2023-02-20 | | Dureza Total* | 7.2 | mg CaCO3/L | 6 | SM 2340 E | Volumétrico con EDTA |
| 2023-02-20 | | Dureza Calcica* | <6.00 | mg CaCO3/L | 6 | SM 3500-Ca B | Volumétrico con EDTA |
| 2023-02-18 | | Color Aparente | 21.0 | U Pt-Co | 1 | SM 2120 C | Espectrofotométrico |
| 2023-02-20 | | Cloruros* | 8.4 | mg Cl -L | 10 | SM 4500-Cl B | Argentométrico |
| 2023-02-16 | | Cloro Residual Libre | 0.10 | mg Cl2/L | 0.02 | SM 4500-Cl G | Espectrofotométrico |
| 2023-02-20 | | Calcio Disuelto* | <2.40 | mg Ca/L | 2.4 | SM 3500-Ca B | Volumétrico con EDTA |
| 2023-02-16 | | Alcalinidad Total* | <10.00 | mg CaCO3/L | 10 | SM 2320 B | Volumétrico |

Parámetro No Acreditado; * Parámetros Acreditados por el IDEAM; ** Parámetros Subcontratados; * Parámetros Subcontratados Acreditados (OSC); Corresponden a información suministrada por el cliente.; SM: Standard Methods for the Examination of Water And Wastewater.

LCM: Límite de cuantificación del método; NMP: Número Más Probable; UFC: Unidades Formadoras de Colonias

OBSERVACIONES:

Nota: Tomado del Informe de resultados, por el laboratorio AQUALIM, 2023

Resultados del Análisis Microbiológico del Agua Posterior a la Desinfección

Se realizan los diferentes análisis microbiológicos por medio de la empresa AQUALIM la cual tomo las muestras requeridas de los grifos de agua en áreas de proceso estando las misma a una temperatura de 24°C aprox.

Figura 13

Resultados fisicoquimicos y microbiologicos del agua desinfectada

| AQUALIM | | LABORATORIO AMBIENTAL ESPECIALIZADO EN AGUAS, ALIMENTOS Y SUELOS. ESTABLECIMIENTO COMERCIAL DE SQR S.A.S. NIT. 844.002.657-1 | | IDEAM INSTITUTO NACIONAL DE SALUD | | |
|----------------------------------|---|--|------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|
| INFORME DE RESULTADOS | | | | | | |
| 425-23 | | | | | | |
| Datos del Solicitante | | | | | | |
| Cliente | | | | | | |
| NIT/C.C. | | | | | | |
| Dirección | Vereda Guafal km 1.5 vía la palma | | | | | |
| Municipio | Yopal | | | | | |
| Teléfono | | | | | | |
| Datos de la Muestra | | | | | | |
| Municipio de Recolección | Monterrey | | | | | |
| Dirección de Toma de Muestra | Vereda Guafal | | | | | |
| Lugar de Toma de Muestra | Grifos de agua en áreas de procesos | | | | | |
| Tipo de Muestra | Simple | | | | | |
| Matriz | Agua Subterránea | | | | | |
| Recolectada por | Cliente: Diana Garzón (Información suministrada por el cliente) | | | | | |
| Plan y Procedimiento de Muestreo | No reporta; No reporta | | | | | |
| Fecha y Hora de Recolección | 2023-02-16 15:00 | | | | | |
| Fecha y Hora de Recepción | 2023-02-16 17:00 | | | | | |
| Fecha de Emisión del Resultado | 2023-03-15 9:49 | | | | | |
| Análisis de Laboratorio | | | | | | |
| Fecha de Análisis | Parámetro | Resultado | Unidades | LCM | Método | Técnica |
| 2023-02-16 | pH | 6.5 | Und de pH | N.A. | SM 4500-H+ B | Electrométrico |
| 2023-02-16 | Temperatura | 23.9 | °C | N.A. | SM 2500 B | Directo |
| 2023-02-17 | Coliformes Totales* | 2 | NMP/100mL | 1 | SM 9223 B | Sustrato Enzimático Multicelda |
| 2023-03-01 | Manganeso Total* | <0,05 | mg MvL | 0,05 | SM 3030 E - SM 3111 B Ed 23 th | Digestión - AA - Llama Aze-Acetileno |
| 2023-02-22 | Aluminio Total* | <0,80 | mg Al/L | 0,8 | SM 3030 E - SM 3111 D Ed 23 th | Digestión - AA - Llama Óxido Nitroso-Acetileno |
| 2023-03-07 | Carbono Organico Total* | 2,83 | mg Cl/L | 2 | EPA 415.1 | Combustión - Oxidación |
| 2023-02-17 | Escherichia Coli* | 0,8 | NMP/100mL | 1 | SM 9223 B | Sustrato Enzimático Multicelda |
| 2023-02-16 | Ferrobidez* | >1,50 | mg/L | 1 | SM 4500-Fe B | Colorimétrico |
| 2023-02-18 | Sulfatos* | <10,00 | mg SO4-2/L | 10 | SM 4500 SO4-2 E | Turbidimétrico |
| 2023-03-02 | Molibdeno Total* | <0,005 | mg Mo/L | 0,005 | SM 3030 E - SM 3111 D | Digestión Ácido Nitroso-AA-lama directa Óxido nitroso -Acetileno |
| 2023-02-17 | Nitritos | <0,085 | mg NO2-/L | 0,085 | J.Rodier, SA Ed 2009 | Reactivo Zambelli |
| 2023-02-17 | Nitratos | 1,50 | mg NO3-/L | 0,3 | SM 4500-NO3 E | Espectrofotométrico |
| 2023-02-20 | Magnesio Disuelto* | 1,73 | mg Mg/L | 1,5 | SM 3500-Mg B | Cálculo |
| 2023-02-21 | Hierro Total* | <0,080 | mg Fe/L | 0,08 | SM 3500-Fe B | Fenantrolina |
| 2023-02-18 | Fosforo Reactivo Disuelto* | <0,040 | mg P/L | 0,04 | SM 4500-P B E | Filtración - Ácido Ascórbico |
| 2023-02-23 | Fluoruros | 0,150 | mg/L | 0,02 | SM 4500-F D | Espectrofotométrico |
| 2023-02-20 | Dureza Total* | 7,2 | mg CaCO3/L | 5 | SM 2540 E | Volumétrico con EDTA |
| 2023-02-20 | Dureza Calcica* | <6,00 | mg CaCO3/L | 5 | SM 3560-Ca B | Volumétrico con EDTA |
| 2023-02-18 | Color aparente | 21,0 | U Pt-Co | 1 | SM 2120 C | Espectrofotométrico |
| 2023-02-20 | Cloruros* | 8,4 | mg Cl-/L | 10 | SM 4500-Cl B | Argentométrico |
| 2023-02-16 | Cloro Residual Libre | 0,10 | mg Cl2/L | 0,02 | SM 4500-Cl G | Espectrofotométrico |
| 2023-02-20 | Calcio Disuelto* | <2,40 | mg Ca/L | 2,4 | SM 3500-Ca B | Volumétrico con EDTA |
| 2023-02-16 | Alcalinidad Total* | <10,00 | mg CaCO3/L | 10 | SM 2320 B | Volumétrico |

Parámetro No Acreditado; * Parámetros Acreditados por el IDEAM; + Parámetros Subcontratados; +* Parámetros Subcontratados Acreditados (ISC); Corresponden a información suministrada por el cliente.; SM: Standard Methods for the Examination of Water And Wastewater.

LCM: Límite de cuantificación del método; NMP: Número Más Probable; UFC: Unidades Formadoras de Colonias

OBSERVACIONES:

Nota: Tomado del Informe de resultados, por el laboratorio AQUALIM, 2023

Resultados del Seguimiento Posterior

Al realizar la comparación entre los resultados del análisis organoléptico y microbiológico posteriores al proceso de desinfección y los cuadros N°1 y N°5 del Artículo 2 y 11 de la resolución 2115 del 2007 se observaron los siguientes resultados:

Tabla 9

Tabla comparativa de los resultados organolépticos previo al proceso de desinfección

| Concepto normativo | Valor máximo aceptable (Según resolución 2115 de 2007) | Resultado del análisis organoléptico | Conclusión |
|---------------------------|---|---|-------------------|
| Olor | Aceptable | Aceptable | Aceptable |
| Sabor | Aceptable | Aceptable | Aceptable |
| Color | 15 | 21 | No aceptable |
| Turbidez | 2 | <1 | Aceptable |

Tabla 10

Tabla comparativa de los resultados microbiológicos previo al proceso de desinfección

| Concepto normativo | Valor máximo aceptable (Según resolución 2115 de 2007) | Resultado del análisis microbiológico | Conclusión |
|----------------------------------|---|--|-------------------|
| <i>Coliformes totales</i> | < de 1 microorganismo en 100 cm ³ | 2 NMP/100mL | No aceptable |
| <i>Escherichia Coli</i> | < de 1 microorganismo en 100 cm ³ | 0.8 NMP/100 mL | Aceptable |

Tras comparar la información recolectada con el análisis organoléptico relacionado al olor y sabor y los valores de turbidez y color suministrados por el laboratorio AQUALIM con los valores máximos permitidos en la resolución 2115 del 2007 se observó que el agua suministrada por el aljibe solo incumple con el color y en cuanto a los valores microbiológicos la cantidad de *Escherichia Coli.* estaba por debajo del valor máximo permitido y en cuanto a Coliformes estaba ligeramente por encima del umbral máximo permitido, si consideramos que la calidad debe ser absoluta, el agua extraída del alije no cumplió con las condiciones de calidad exigidas en el numeral 3.1 del punto 3 del artículo 6 del capítulo 1 del título 2 de la resolución 2674:

“3.1. El agua que se utilice debe ser de calidad potable y cumplir con las normas vigentes establecidas por el ministerio de salud y protección social”

Resultados de la Verificación de los Avances Realizados

Tabla 11

Tabla comparativa de los resultados organolépticos previos y posteriores al proceso de desinfección

| Concepto | Resultados del análisis organoléptico antes de proceso de desinfección | Resultados del análisis organoléptico después de proceso de desinfección | Resultado de la comparación |
|-----------------|---|---|---|
| Olor | No aceptable | Aceptable | Se logro un cambio de olor a un valor aceptable |
| Sabor | Aceptable | Aceptable | Se conservo el valor aceptable |
| Color | 21 | 21 | No hubo cambios |
| Turbidez | <1 | <1 | Se conservo el valor aceptable |

Tabla 12

Tabla comparativa de los resultados microbiológicos previos y posteriores al proceso de desinfección

| Concepto | Resultados del análisis microbiológico antes de proceso de desinfección | Resultados del análisis microbiológico posteriores al proceso de desinfección | Conclusión |
|---------------------------|--|--|---|
| <i>Coliformes totales</i> | 260 NMP/100mL | 2 NMP/100mL | Se logro una reducción del 99.2% de la carga microbiana |
| <i>Escherichia Coli</i> | 60 NMP/100 mL | 0.8 NMP/100 mL | Se logro una reducción del 98.6% de la carga microbiana |

Socialización

La socialización se realizó con el personal operativo de la empresa y se compartió con los mismo la información relacionada a la implementación de las medidas sanitarias generadas como mecanismos para mejorar la calidad del agua y el desarrollo de acciones eficientes de gestión de residuos sólidos y como estas permitieron desarrollar avances significativos en el cumplimiento del numeral 3.1 del punto 3 del artículo 6 del capítulo 1 del título 2 de la Resolución 2674 de la resolución 2674.

Figura 14

Socialización



Fuente: Autoría propia

Es importante recalcar que el personal operativo se comprometió a ejecutar las diferentes medidas de saneamiento desarrolladas en este proyecto con el fin de conservar los avances realizados en materia de cumplimiento a la normatividad alimentaria, tanto aquellas relacionadas a la desinfección del agua

Análisis de Resultados

Antes de llevar a cabo la aplicación de las medidas de saneamiento la empresa extraía agua subterránea por medio de un aljibe y no aplicaba medidas que permitieran mejorar la calidad del agua por lo que hacían uso de agua en mal estado y esto constituía un gran riesgo para la compañía.

Luego de llevar a cabo el desarrollo y aplicación de las medidas de saneamiento y tomando como primera referencia la calidad del agua presente en el Aljibe de la empresa la CAMASA se puede observar que la aplicación del proceso de desinfección utilizando hipoclorito de sodio logro una generación considerable de la carga microbiana, puntalmente la presencia de *Coliformes Totales* y *Escherichia Coli*, luego de la aplicación del hipoclorito se alcanzaron valores de 2NMP/100mL de *Coliformes totales* y 0.8 NMP/100mL para la *Escherichia Coli*, alcanzado una eliminación del 99.2% y 98.6% respectivamente respecto al estado inicial en el que no se aplicaba ningún proceso de desinfección, estos resultados se lograron gracias al efecto de cloro libre como resultado del ácido hipocloroso y los iones de hipoclorito, estos últimos al estar presente en el agua y en contacto con las bacterias las oxidando dando paso a lo que se conoce como desinfección química y el resultado es una reducción de la carga microbiana, lo que también se tradujo en mejores características organolépticas del agua mejorando el olor ya que al eliminar la carga microbiana también se eliminaron los compuestos orgánicos o metabólicos que generan estas bacterias que influyen en el olor percibido del agua, algunos ejemplos son ácidos grasos volátiles o estacol.

Conclusiones

Previo a desarrollo de las medidas sanitarias la empresa no contaba con acciones y/o mecanismos que estuvieran encaminados a dar cumplimiento a los numerales 3.1 del punto 3 del artículo 6 del capítulo 1 del título 2 de la Resolución 2674, los operarios no eran conscientes de la importancia de cumplir con los requerimientos legales que no solo protegen la salud del consumidor sino que también permiten mejorar la calidad de los productos ofrecidos y la imagen de la empresa en el mercado, gracias al desarrollo de las medidas sanitarias la empresa ha logrado realizar avances significativos en el cumplimiento del numeral 3.1 del punto del punto 3 del artículo 6 del capítulo 1 del título 2 de la Resolución 2674 del ministerio de salud y protección social y ha mejorado su perfil sanitario. Esto le permitirá continuar desarrollando mejoras en la implementación del proceso de desinfección de agua que no solo ha mejorado su perfil sanitario como se mencionó antes, sino que también ha logrado minimizar el riesgo de una posible contaminación.

De esta manera se puede concluir que la empresa logro realizar significativos en el cumplimiento de la normatividad alimentaria relacionada con el suministro de agua.

Recomendaciones

Terminada la implementación de las medidas sanitarias y luego de analizar los resultados alcanzados respecto a los avances realizados en pro del cumplimiento del numeral 3.1 del punto 3 del Artículo 6 de la resolución 2674 de 2013 se realizaron las siguientes recomendaciones a la gerencia de la empresa LA CAMASA:

Realizar una mayor dosificación del desinfectante (Hipoclorito de sodio) en los tanques de almacenamiento con el fin de eliminar en su totalidad la presencia de Coliformes totales y Echerichia Coli.

Adquirir e instalar un filtro para el agua como una medida para mejorar el color del agua.

Estas recomendaciones se realizaron en el marco de continuar con la implementación de medidas que generen avances en el cumplimiento del numeral 3.1 del artículo 6 la resolución 2674 de 2013.

Referencias Bibliografía

- Bernal, A. Y. (2019). *Enfermedades transmitidas por alimentos o vehiculizadas por agua*. Casanare.
- Castañeda, M. T. (2009). *Microbiología Aplicada. Manual de laboratorio*. Mexico: Azcapotzalco.
- CH, O. R. (1988). *Control de calidad fisico-químico y bacteriológico de agua potable*. Cali: universidad del valle - facultad de ingeniería departamento de procesos químicos y biológicos sección de saneamiento ambiental .
- E. Gómez Sellés, E. C. (2015). *Gestión sostenible del agua y usos de aljibes domésticos, un binomio incompatible*. Valencia.
- Ibañez Ardila, A. J., & Sandoval Rodriguez, C. A. (2015). *Diseño de sistemas de pozos para la captacion de agua subterranea: Caso de estudio la Mojana*. Bogota.
- Instituto nacional de salud . (2018). *Las enfermedades transmitidas por alimentos-ETA*. Colombia.
- Instituto Nacional de Salud. (2023). *Sistema para Vigilancia de la Calidad del Agua Potable*. Obtenido de <https://sivicap.ins.gov.co/SIVICAP/HomeSivicap>
- Machell, J. a. (2011). *Field Studies and Modeling Exploring Mean and Maximum Water Age Association to Water Quality in a Drinking Water Distribution Network*. Inglaterra.
- Martinez, R. G. (2017). *Contaminacion de los alimentos durante los procesos de origen y almacenamiento*. España.
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial . (2007). *Resolucion 2115*. Colombia.
- Ministerio de salud y proteccion social . (2007). *Decreto 1575*. Colombia.
- Ministerio de salud y proteccion social . (2013). *Resolucion 2674* . Colombia.

Ministerio de Salud y proteccion social . (2016). *INFORME NACIONAL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO INCA 2015*. Bogota.

Ministerio de salud y proteccion social. (s.f.). *Minisalud*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/ambiental/Paginas/agua-para-consumo-humano.aspx>

Ministerio de salud y proteccion social, y de vivienda, ciudad y territorio. (2020). *Decreto 622*. Colombia.

Organizacio Mundial de la Salud. (2011). *Guias para la calidad del agua de consumo humano*. Ginebra.

Organizacion de las naciones unidas para la alimentacion y la agricultura. (2012). *Cartilla de uso y manejo de agua segura para consumo la produccion en huertos familiares*.

Pablos, V. (2021). *Importancia del agua en la industria alimentaria. Uso y calidades*. España.

Paez, N. S. (2022). *Diseño de un filtro para el tratamiento de aguas de aljibe en la vereda sucre occidental en Chiquinquirá*. Bogota.

Quintero Rodriguez, D. P., & Herrera Villazon, I. B. (2009). *MICROBIOLOGIA DE AGUAS SUBTERRANEAS EN LA REGION SUR DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR-CESAR*. Valledupar.

Sarabia, A. C., Bayter Osorio, Y. Y., & Marques, V. P. (2009). *Evaluacion de la calidad microbiologica y fisicoquimica de las aguar subterranas ubicadas en los municipios de la Paz y San Diego, Cesar*. San Diego.

Worl Health Organization. (2011). *Guias para la calidad del agua de consumo humano* . Ginebra .

Fuentes, J. L. (2002). Aguas Subterráneas. Obtenido de Aguas Subterráneas:
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_01.pdf

Escobar, G. D. (2017). Manual de Geología para Ingenieros. Recuperado el 2022, de
Manual de Geología para Ingenieros:
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3145/aguassubterraneas.pdf>

MINAMBIENTE. (18 de 02 de 2022). Aguas Subterráneas y Acuíferos. Obtenido de
Aguas Subterráneas y Acuíferos: <https://www.minambiente.gov.co/gestionintegral-del-recurso-hidrico/aguas-subterraneas-y-acuiferos/>

Rodríguez, C., Vargas, N. O., Jaramillo, O., Piñeros, A., & Cañas, H. (2010). Oferta y
Uso del Agua Subterránea en Colombia

Hutson, S.S., Barber, N.L., Kenny, J.F., Linsey, K.S., Lumia, D.S., and Maupin, M.A.,
2004, Estimated use of water in the United States in 2000: Reston, Va., U.S. Geological Survey
Circular 1268, 46 p

Herráiz, A. S. (2009). La Importancia de las Aguas Subterráneas. La Importancia de las
Aguas Subterráneas, 95-114.

Apéndices

Apéndice A. Ficha técnica del hipoclorito de sodio

Brinsa
VEFT0007:23/05/2007

NaOCl
HIPOCLORITO DE SODIO
FICHA TECNICA

| | | |
|---------------------------------------|--|-----------------------|
| NOMBRE DEL PRODUCTO | HIPOCLORITO DE SODIO | |
| DESCRIPCION FISICA | Solución acuosa, clara, ligeramente amarilla, olor característico penetrante e irritante. Fuertemente oxidante; dependiendo del pH de la solución se presenta disociado en forma de cloro activo, ácido hipocloroso HOCl y/o ión hipoclorito OCl ⁻ . De estas formas de "cloro libre activo" depende su reactividad en las reacciones de oxidación, cloración y acción bioquímica tales como el control bacteriológico y microbiológico. | |
| INGREDIENTES PRINCIPALES | Producto obtenido a partir del hidróxido de sodio (NaOH) en solución acuosa mediante absorción del cloro gaseoso (Cl ₂). | |
| CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS | CARACTERÍSTICA | ESPECIFICACION |
| | Hipoclorito de Sodio en % m/v | 15 Mín. |
| | Hidróxido de sodio (alcalinidad total) en % m/v | 1 Máx. |
| | Densidad a 20 °C en g/ml | 1.20 Mín. |
| | Apariencia | Ligeramente amarilla. |
| PRESENTACIONES COMERCIALES | El hipoclorito de sodio se vende a granel en tanques de plástico, fibra de vidrio o en canecas plásticas. - 10022302-PISCICLOR GARRAFA X 20 lt - 10022308-AGROCLOR GARRAFA X 20 lt - 10022306-HIPOCLORITO AL 15% TBX55G.(KG) - 10022307-HIPOCLORITO AL 15% CNX70K.(KG) - 10022301-HIPOCLORITO DE SODIO AL 15% GRANEL | |
| USOS E INSTRUCCIONES | Se destacan las siguientes industrias como principales consumidoras: TRATAMIENTO DE AGUAS Desinfección, esterilización, acción algicida, deoloración y desodorización de aguas industriales, potables y piscinas. PAPELERA En procesos de lavado como blanqueador de celulosa, pulpa de papel y textiles. QUIMICA Hidróxido férrico Fe(OH) ₃ y dióxido de manganeso MnO ₂ , de nitratos, sulfatos y cianatos (por reacción con los cianuros y sulfuros correspondientes), de cloraminas orgánicas e inorgánicas y clorofenoles. | |
| CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO | Dado que el NaOCl es una solución muy inestable y se descompone por la acción de impurezas catiónicas como hierro, aniónicas, temperatura, pH y la luz, el producto se debe proteger de estos factores. Se debe almacenar en áreas con excelente ventilación. El piso debe ser incombustible e impermeable. Se deberá disponer de duchas y tomas de agua a presión en sitios de fácil acceso dentro del área. No se debe almacenar con sustancias incompatibles como ácidos y productos orgánicos. | |

