

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA

UNAN FAREM MATAGALPA



SEMINARIO DE GRADUCACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

TEMA:

Control de Calidad en las Empresas del Departamento de Matagalpa, año 2011

SUBTEMA:

Control de Calidad en el Proceso de Purificación de Agua en la Empresa Suplidora Matagalpa, año 2011.

Autoras:

Br. Naryely Marian Cruz Rizo

Br. Danielka Marcira Zeledón

Tutor:

Ing. Pedro Cruz Flores

Febrero, 2012

## ÍNDICE

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Valoración del tutor	iii
Resumen	iv
I. Introducción	1
II. Justificación	2
III. Objetivos	3
IV. Desarrollo	4
1. Control de calidad	4
1.1 Definiciones de calidad	4
1.1.1 Definición de control de calidad	5
1.1.2 Definición de producto	5
1.1.3 Definición de aseguramiento de la calidad	6
1.2 Técnicas para mejorar la calidad	7
1.2.1 Diagrama de Pareto	7
1.2.2 Histograma	7
2. Proceso de purificación de agua	8
2.1 Definición de proceso	8
2.2 Definición de agua	9
2.3 Agua purificada	10
2.4 Tipos de proceso de purificación.	10
2.4.1 Purificación por filtración	11

2.4.2 Purificación por sedimentación	11
2.4.3 Cloración	12
2.4.4 Ozonificación	12
2.4.4.1 Propiedades del ozono	13
2.4.5 Purificación por rayos ultravioleta	14
2.5 Técnicas de filtración	15
2.5.1 Filtros	15
2.5.2 Filtración por arena	16
2.5.3 Adición química	18
2.5.4 Clarificación	19
2.5.5 Desionizar y ablandar	20
2.5.6 Desinfección	21
2.5.7 Filtración por cartuchos	23
2.5.8 Carbón activado	24
3. Etapas de purificación	25
3.1 Flujo grama	26
3.2 Pretratamiento	27
3.3 Tratamiento	27
3.4 Ultra tratamiento	28
4. Parámetros de calidad del agua purificada	28
4.1 Características físicas y organolépticas	28
4.1.1 Alcalinidad	29
4.1.2 Color	29

4.1.3 Olor	29
4.1.4 Sabor	30
4.1.5 Cloro residual	30
4.1.6 Ph	30
4.1.7 Turbidez	31
4.2 Valores para sustancias químicas	31
4.2.1 Antimonio	32
4.2.2 Cobre	32
4.2.3 Flúor	33
4.2.4 Hierro	34
4.2.5 Nitratos	34
4.2.6 Plata	35
4.3 Valores para sustancias químicas de alto riesgo para la salud	36
4.3.1 Aluminio	37
4.3.2 Arsénico	37
4.3.3 Bario	38
4.3.4 Cadmio	39
4.3.4.1 Efectos ambientales del cadmio	41
4.3.5 Cromo	42
4.3.6 Mercurio	43
4.3.7 Níquel	44
4.3.8 Plomo	45
4.3.9 Selenio	46

4.3.10 Zinc	48
5. Áreas que intervienen en el proceso	49
5.1 Materia prima	49
5.2 Mantenimiento de maquinaria y equipo	50
5.3 Área de personal	51
6. Parámetros Físicos del agua envasada	52
6.1 Dureza	53
6.2 Turbidez	54
6.3 Ph	55
6.4 Análisis físico-químico	56
7. Análisis y discusión de los resultados	57
7.1 Historia de la Empresa Suplidora Matagalpa	57
7.2 Organigrama de la Empresa Suplidora Matagalpa	58
7.3 Operarios y calidad	59
8. Buenas Prácticas de Manufactura	63
I. Introducción	63
8.1 Proyecto y construcción de las instalaciones	64
8.1.1 Ubicación	64
8.1.2 Construcción y disposición de las instalaciones	64
8.1.3 Estructuras internas y mobiliario	65
8.1.4 Instalaciones móviles o distribuidores automáticos	66
8.1.5 Equipos	67
8.1.6 Servicios	68

8.2 Control de la operaciones	69
8.2.1 Control de tiempo	69
8.3 Instalaciones: Mantenimiento y saneamiento	72
8.3.1 Actividades de mantenimiento y limpieza	72
8.3.2 Procedimientos y métodos de limpieza	72
8.3.3 Programa de limpieza y desinfección	73
8.3.4 Programa de control de plagas	73
8.4 Instalaciones Higiene Personal	75
8.4.1 Estado de salud	75
8.4.2 Enfermedades y lesiones	75
8.4.3 Aseo personal y comportamiento	75
8.5 Transporte	
V. Conclusiones	79
VI. Bibliografía	80
VII. Anexos	

## Dedicatoria

Esta investigación la dedicamos a Dios en primer lugar, por darnos la oportunidad, la sabiduría y la motivación para culminarla. A nuestras madres por apoyarnos e impulsarnos a seguir adelante, por ser nuestro pilar fundamental en este momento y siempre; y por último pero no menos importantes, a nuestros profesores que nos han guiado y compartido sus conocimientos con nosotros.

### Agradecimientos

Agradecemos la Empresa Suplidora Matagalpa, y en representación de ella, al Sr. Martín Ojeda, encargado del proceso de purificación de agua, por atendernos y brindarnos información fundamental sobre el funcionamiento de la misma.

Y a el Ing. Edgar López, Gerente de Control de Calidad de la Empresa AALFS, por ofrecernos su ayuda y orientarnos en este proceso investigativo.

---

Br. Naryely Cruz

---

Br. Danielka Zeledón



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA REGIONAL DE MATAGALPA**  
**UNAN-FAREM MATAGALPA**



**VALORACION DEL TUTOR.**

El presente trabajo, para optar al título de Ingeniero Industrial y de Sistemas, con el tema: ***Control de Calidad en las Empresas de Matagalpa***, durante el período 2011-2012, realizado por las Br. Naryely Marian Cruz Rizo y Danielka Marcira Zeledón, ha significado un arduo trabajo de investigación, aplicando técnicas, procedimientos y métodos científicos, que generó resultados significativos para el municipio donde se realizó el estudio y estoy seguro que el producto final, será de mucha utilidad en la toma de decisiones de las empresas del departamento que tienen que ver con la temática en particular aquí presentada.

Así mismo será de mucha utilidad, para los actores locales involucrados en el área de estudio y los profesionales ligados al área de desarrollo empresarial, ya que se ponen en práctica instrumentos de medición que permitirán evaluar con mayor objetividad las características de los artículos o productos considerando su durabilidad, color, sabor, cantidad, textura, resistencia y en forma general, que posea las dimensiones que permitan efectivamente emplearlo para los fines establecidos para su uso.

Ante lo expuesto, considero que el presente seminario cumple con los requisitos teóricos-metodológicos y se apega a los artículos que establece el Reglamento de la Modalidad de Graduación, así como apegándose a la estructura y rigor científico que el nivel de egresado requiere.

---

Ing. Pedro Antonio Cruz Flores

Tutor.

## Resumen

La presente investigación es acerca del control de calidad en el proceso de purificación de agua en la Empresa Suplidora Matagalpa. En este documento contiene información referente a las etapas de purificación, como decantación o floculación, adición química, osmosis inversa, técnicas de filtración, filtros de carbón activado, arena cónica, las características físico, químicas y organolépticas del agua.

El enfoque del control de calidad, está orientado a cumplir con lo establecido en la Norma Técnica Nicaragüense de Agua Envasada, y con los requerimientos del Ministerio de Salud. Otros aspectos importantes que intervienen en este proceso y garantizan la calidad del producto son la materia prima, el mantenimiento de maquinarias y el área de personal, que sin ellos no sería posible realizar las actividades.

También se muestra una serie de pasos para implementar las Buenas Prácticas de Manufactura, que permitan la inocuidad del agua, la satisfacción de los consumidores y el reconocimiento de las autoridades competentes, permitiéndole a la empresa ser líder en el norte del país.

## I. Introducción

El control de calidad en las empresas del departamento de Matagalpa, aplicado adecuadamente, dirige a las organizaciones hacia la competitividad. El control de calidad en el proceso de purificación de agua en la Empresa Suplidora Matagalpa, se lleva a cabo en cada etapa de desinfección garantizándoles a los clientes agua segura.

El ambiente insalubre en el cual vivimos actualmente es producto de las innumerables fuentes de contaminación, desde los malos hábitos de botar basura en las calles hasta las fábricas que producen sin ninguna conciencia hacia el medio ambiente ni para la sociedad misma. Es por eso que el agua purificada más que un lujo es una necesidad, pues las fuentes de agua han padecido los desastres del hombre, y de la naturaleza.

En la Empresa Suplidora Matagalpa, el agua potable que reciben es procedente del sector Molino Norte, ésta es sometida a diferentes procesos de purificación para poder cumplir y ofrecer el agua pura, cristalina y libre de microorganismos o bacterias que causan tantas enfermedades. La empresa sigue las normas de calidad establecidas en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada para el consumo humano, y cuenta con la aprobación del Ministerio de Salud para su comercialización.

A lo largo de este estudio se describirán el proceso de purificación que se utiliza en la empresa, los parámetros utilizados para determinar la calidad del agua, el análisis de los datos de control de calidad por medio de gráficos, y la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura como guía para lograr la inocuidad del agua purificada.

Esta investigación es de carácter cuantitativo, pues en ella se emplean herramientas estadísticas para poder determinar el control de calidad. Cuenta con un enfoque descriptivo y analítico a lo largo de la investigación, con corte transversal, ya que la información se recopiló en un solo momento. Las herramientas utilizadas son la observación y entrevistas aplicadas a siete trabajadores del área de procesamiento.

## II. Justificación

El agua es un líquido esencial para la supervivencia de todas las especies incluyendo el ser humano, a su vez es uno de los principales transmisores de microorganismos causantes de enfermedades como bacterias, virus y protozoos intestinales.

Nos interesa investigar este tema porque el agua purificada es más segura y evita el desarrollo de enfermedades. Un error o baja calidad obliga a efectuar cambios, desperdiciar lotes defectuosos, reajustar la cuenta de gastos, repetir trabajos, rediseñar el producto y el proceso de producción, tener periodos improductivos por averías, consumir tiempo y dinero en revisiones. Además clientes insatisfechos, quejas, disminución en las ventas en casos más graves causa problemas de salud por intoxicación, y demandas que provocarían el cierre de la empresa. Por lo tanto, es necesario mantener un estricto control de calidad en el proceso y envasado, ya que es un producto de consumo directo.

El control de calidad en el proceso de purificación de agua es importante para cumplir con los requerimientos exigidos por el Ministerio de salud, brindándole al cliente un producto confiable con apariencia y sabor agradables. La calidad en el producto que se ofrece significa el éxito o fracaso de cualquier empresa.

Con esta investigación pretendemos ser una fuente de información para la Empresa Suplidora Matagalpa, que nos abrió sus puertas esperando que les sea de utilidad para la toma de decisiones, a la biblioteca de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua FAREM Matagalpa, a los futuros investigadores, profesionales, docentes y personas interesadas en el tema.

### III. Objetivos

#### Objetivo General:

Evaluar el control de calidad en el proceso de purificación de agua en la Empresa Suplidora Matagalpa, año 2011.

#### Objetivos específicos:

- Identificar el control de calidad en el proceso de purificación de agua
- Determinar la aplicación del control de calidad en el proceso de purificación de agua.
- Describir la aplicación de la Buenas Prácticas de Manufactura en el proceso de purificación de agua en la Empresa Suplidora Matagalpa año 2011.

#### IV. Desarrollo

##### 1. Control de calidad

###### 1.1 Definiciones de calidad.

“Es el juicio que el cliente tiene sobre un producto o servicio, resultado del grado con el cual un conjunto de características inherentes al producto cumplen con los requerimientos”, (Gutiérrez y de la Vara, 2004:8).

Otras definiciones de organizaciones reconocidas y expertos del mundo de la calidad son:

Definición de la norma ISO 9000: “Calidad: grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”

Según Luis Andrés Arnauda Sequera, define la norma ISO 9000 "Conjunto de normas y directrices de calidad que se deben llevar a cabo en un proceso".

Real Academia de la Lengua Española: “Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie”.

Philip Crosby: “Calidad es cumplimiento de requisitos”

Joseph Juran: “Calidad es adecuación al uso del cliente”.

Armand V. Feigenbaum: “Satisfacción de las expectativas del cliente”.

Genichi Taguchi: “Calidad es la pérdida (monetaria) que el producto o servicio ocasiona a la sociedad desde que es expedido”.

William Edwards Deming: “Calidad es satisfacción del cliente”.

Walter A. Shewhart: “La calidad como resultado de la interacción de dos dimensiones: dimensión subjetiva (lo que el cliente quiere) y dimensión objetiva (lo que se ofrece).”

En resumen, calidad es la opinión que tiene el cliente de un producto o servicio. Si éste cumple con las expectativas del consumidor, se considera de buena calidad y es probable que lo vuelva a utilizar, de lo contrario buscará otro producto que pueda satisfacer sus necesidades.

Cuando se adquiere un producto o servicio, el cliente espera por lo menos obtener de él lo que la publicidad ofrece. Por ejemplo, cuando se compra una bolsita de agua purificada, se hace con la idea de consumir un producto seguro, evitar enfermedades provocadas por bacterias, entre otras razones. El consumidor asume que el producto que adquirió es confiable, y cumple con las expectativas de calidad, pero si tiene mal sabor y presenta alguna materia extraña se puede decir que no es de calidad o es de baja calidad por qué no está cumpliendo con los requerimientos que el cliente considera determinantes para sentirse satisfecho.

#### 1.1.1 Definición de control de calidad.

Son técnicas y actividades de carácter operacional utilizados para satisfacer los requisitos relativos a la calidad. Se orienta a mantener bajo control los procesos y eliminar las causas que generan comportamientos insatisfactorios en etapas importantes del ciclo de calidad para conseguir resultados de calidad. (Adam, 1991)

El control de calidad se realiza con el objetivo de ofrecer a los clientes el mejor producto controlando el proceso de producción, buscando cómo cumplir con las normas o especificaciones de calidad y mantener la producción con poca variabilidad.

El control de calidad se realiza en la empresa para cumplir con los parámetros de calidad determinados por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, que controla estos parámetros del agua, para que cuando el cliente la consume esta no cause ningún daño en su organismo y sea confiable consumirla.

#### 1.1.2 Definición de producto.

“Bien que presenta un conjunto de atributos, los cuales son identificados por los consumidores, y que tienen capacidades para satisfacer las necesidades de los mismos.” (Meza, 2011)

Producto, entonces, se puede definir como un bien, tangible o intangible, con un conjunto de características que el cliente puede identificar y valorar en función de sus deseos, necesidades y condiciones de uso.

El producto que se elabora en la Empresa Suplidora Matagalpa es agua purificada en varias presentaciones (bolsitas de 200 ml, botellas de 500 ml, 1 litro, 1 galón, y 1 bidón), es un bien tangible, puesto que cuando el cliente está sediento y busca el agua, él recibe un producto físico, lo utiliza para saciar la sed, lavarse las manos, o cualquier otro aplicación, y una vez usado o consumido, considera su nivel de satisfacción.

### 1.1.3 Definición de aseguramiento de la calidad.

Son todas aquellas acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requisitos de calidad establecidos. Para que sea efectivo, el aseguramiento de la calidad requiere, generalmente, una evaluación permanente de aquellos factores que influyen en la adecuación del diseño y de las especificaciones según las aplicaciones previstas, así como también verificaciones y auditorías a las operaciones de producción, instalación e inspección. Dentro de una organización, el aseguramiento de la calidad sirve como una herramienta de la gestión. (Bennis & Goldsmith, 1994)

El aseguramiento de la calidad es muy importante para toda empresa ya que por medio de la planeación se verifica que el proceso este cumpliendo con las especificaciones de calidad, de esta manera corregir los errores en el proceso y ofrecer un producto de calidad garantizada.

En la empresa se controla los parámetros de calidad dependiendo del tipo, es decir hay pruebas que se realizan cada dos horas y otras semestralmente, por lo cual se mantiene una planificación de los días y horas que se deben hacer cada prueba el objetivo de esto es verificar que el agua purificada que está siendo vendida a los consumidores está cumpliendo con los parámetros de calidad.



## 1.2 Técnicas para mejorar la calidad.

Las técnicas para mejorar la calidad, como el diagrama de Pareto, e histograma, ayudan a reducir costes, pues están orientadas a maximizar el proceso productivo, identificando fallas, reduciendo reprocesos, evaluando si se está operando conforme las especificaciones, logrando que la empresa esté cada vez más cerca de la excelencia ante los ojos del consumidor.

### 1.2.1 Diagrama de Pareto.

Es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos, por orden descendente de izquierda a derecha. Las clasificaciones pueden ser fallas producidas, los problemas relacionados a los productos rechazados, la causa de estos y diversos tipos de rechazos. (Besterfield, 1995:17)

Es una técnica para mejorar la calidad de un producto o un servicio, el objetivo de este es ayudar a los responsables de calidad a detectar problemas para darles una solución rápida, es de muy fácil elaboración e interpretación.

Muchas empresas no hacen uso de esta técnica por falta de conocimientos de cómo ponerla en práctica y cómo interpretar los resultados que tendrán a la hora de emplearla. Algunas veces las personas encargadas de la calidad del producto lo mejoran en base a la experiencia de lo que el mercado exige. En la empresa esta herramienta sería de utilidad para conocer las fallas de los procesos, y brindar una solución a los problemas que se presenten, del mismo modo medir las mejoras continuas que se han realizado en el proceso. Lamentablemente, esta técnica no es utilizada, pues se desconoce su aplicación desde el punto de vista estadístico, pero sí tienen registros (por medio de tablas) de los valores obtenidos en cada etapa del proceso.

### 1.2.2 Histograma.

En ellos se describen las variaciones producidas durante un proceso, el histograma muestra gráficamente la capacidad de un proceso y si así se desea, la relación que guarda tal proceso con las especificaciones y la normas. También da una idea de la magnitud de la población y muestra la discontinuidad que se producen en los datos. (Besterfield, 1995:26)

Los histogramas son una forma de controlar la calidad. El objetivo de aplicar un histograma es para ver si los datos obtenidos en los procesos cumplen con las normas de calidad exigidas por la Norma

Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada y por el MINSA permitiéndoles identificar y corregir los errores que se presentan por medio de la gráfica.

En la empresa realizan controles de calidad utilizando la observación. Aunque no usan un histograma lo hacen por medio de su experiencia, utilizando un kit con el cuál miden la cantidad de cloro, turbidez, y ph, anotando los datos en una hoja de registro que ellos elaboraron. En este aspecto, es ideal utilizar las técnicas adecuadas para controlar la calidad pues así es más fácil identificar las fallas y corregirlas. A pesar de que en el área de purificación no se utilizan estas técnicas, el kit medidor de agua es determinante en la calidad, pues ahí se reflejan datos numéricos que se pueden comparar con los establecidos por las autoridades alimentarias.

## 2. Proceso de purificación de agua

El proceso de purificación de agua es la secuencia de pasos, llevados a cabo con el fin de obtener agua libre de microorganismos y bacterias perjudiciales para el consumo humano.

### 2.1 Definición de proceso

Método, sistema adoptado para llegar a un determinado fin: proceso químico; proceso industrial. (Larousse, 1996)

La Real Academia Española cita Proceso como el “Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial”.

Según ISO 9000: “Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”,

Otra definición: “Para la industria, un **proceso de fabricación o industrial** es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas. Por lo general, para la obtención de un cierto [producto](#), se necesitan múltiples operaciones individuales”.

Atendiendo a estas definiciones, se entiende por proceso la secuencia de procedimientos relacionados entre sí que tienen por objeto transformar la materia prima en productos terminados, es decir, productos listos para su comercialización.

Por todo lo dicho, en la Empresa Suplidora Matagalpa, el proceso consiste en transformar el agua proveniente de las fuentes superficiales en agua purificada. Existen tres subprocesos para alcanzar la calidad en el agua requerida por el Ministerio de Salud. Estos son pre tratamiento, tratamiento y ultra tratamiento; en cada uno de ellos el agua es sometida a diferentes filtros y adiciones químicas, cuando lo amerita, para lograr al final un agua pura, libre de microorganismos, y lista para ser consumida.

## 2.2

### Definición de agua

El agua (del [latín](#) agua) es una [sustancia](#) cuya [molécula](#) está formada por dos [átomos](#) de [hidrógeno](#) y uno de [oxígeno](#) (H<sub>2</sub>O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de [vida](#). (Téllez, 2003)

“Líquido incoloro, inodoro e insípido, compuesto por dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O). Se solidifica a 0 °C y hierve a 100 °C”. (OCEANO, 2004)

La Organización Mundial de la Salud (ONU) cita: “El agua es esencial para la vida. La cantidad de agua dulce existente en la tierra es limitada, y su calidad está sometida a una presión constante. La conservación de la calidad del agua dulce es importante para el suministro de agua potable, la producción de alimentos y el uso recreativo. La calidad del agua puede verse comprometida por la presencia de agentes infecciosos, productos químicos tóxicos o radiaciones”. (WHO, 2011)

En tal sentido, el agua, está compuesto por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, es un líquido sin color, olor ni sabor. Es fundamental para la supervivencia de los seres vivos ya que es necesaria para todas las labores cotidianas, por lo tanto, es determinante consumir agua libre de impurezas ya que de lo contrario es una de las principales causas de enfermedades.

El agua es un líquido primordial para conservar las formas de vida en el planeta. Es necesaria para las plantas, animales y la humanidad. Es un recurso no renovable, y es por eso que muchos países sufren escases. Sin agua, los seres vivos acortan su vida, ya que la deshidratación acaba con ellos. Al ser un recurso fundamental, es el método más efectivo para contagiar enfermedades. Para ilustrar esta idea, supóngase una comunidad cuyo abastecimiento de agua proviene de una fuente. Esta fuente está conectada con un río y este en su recorrido ha arrastrado heces fecales, plaguicidas, aguas negras y contaminadas. El río va a desembocar a la fuente de la cual se abastecen varias familias. Está claro

que la comunidad va a presentar enfermedades como hepatitis A, disentería, deformaciones genéticas, por mencionar algunas. Es por eso que en la Empresa Suplidora Matagalpa, el agua es sometida a una serie de análisis para determinar si cumple con los parámetros de calidad que exige la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, y lograr obtener agua libre de patógenos, protozoos intestinales, y microorganismos y permitir su comercialización.

### 2.3 Agua purificada.

El nombre del agua que ha sido producido por destilación, deionización, osmosis inversa u otros procesos apropiados. (Téllez, 2003)

Brevemente, el agua purificada es el resultado de una secuencia de operaciones que tienen por objeto eliminar todos los contaminantes del agua común.

En la empresa, el agua es sometida a tres procesos: pre tratamiento, tratamiento y ultra tratamiento. En la primera etapa, se revisa el Ph, la turbidez, el cloro, color, olor y sabor y se ajustan a los parámetros de la empresa. En la segunda etapa se debe constatar que el pre tratamiento se efectuó de manera satisfactoria y se procede a dejar reposar el agua para, posteriormente, pasarla por el sistema de filtración. A continuación se debe analizar el agua por medio de catación. Y en la última etapa, el ultra tratamiento, el agua atraviesa las lámparas de luz ultravioleta y ozonificación.

### 2.4 Tipos de proceso de purificación.

Existe una gran variedad de procesos para mejorar la calidad del agua, de forma natural e industrializada. En esta sección se abordarán algunos de estos procedimientos, con el fin de brindarle al lector una idea más amplia de su funcionamiento, haciendo énfasis en los utilizados por la empresa en estudio.

#### 2.4.1 Purificación por filtración.

La filtración es el proceso de separar sólidos del líquido en el que están suspendidos al hacerlos pasar a través de un medio poroso (filtro) que retiene al sólido y por el cual el líquido puede pasar fácilmente. Se emplea para obtener una mayor clarificación, generalmente se aplica después de la sedimentación para eliminar las sustancias que no salieron del agua durante su decantación. (Contaminación y purificación de agua, 2006)

La purificación por medio de la filtración, es usada en la Empresa Suplidora Matagalpa para la reducción del cloro, eliminación de materias orgánicas, sabores y olores objetables del agua. Los filtros que se utilizan son de carbón activado, cartuchos cinco micras y de arena.

#### 2.4.2 Purificación por sedimentación.

La sedimentación consiste en dejar el agua de un contenedor en reposo, para que los sólidos que posee se separen y se dirijan al fondo. La mayor parte de las técnicas de sedimentación se fundamentan en la acción de la gravedad.

La sedimentación puede ser simple o secundaria. La sedimentación simple se emplea para eliminar los sólidos más pesados sin necesidad de otro tratamiento especial; mientras mayor sea el tiempo de reposo mayor será el asentamiento y consecuentemente la turbidez será menor, haciendo el agua más transparente.

El reposo natural prolongado también ayuda a mejorar la calidad del agua, pues provee oportunidad de la acción directa del aire y los rayos solares, lo cual mejora el sabor y elimina algunas sustancias nocivas del agua.

La sedimentación secundaria ocurre cuando se aplica un coagulante para producir el asiento de la materia sólida contenida en el agua. (Contaminación y purificación de agua, 2006)

El proceso de sedimentación se realiza en la empresa es la sedimentación secundaria, pues se utiliza sulfato de aluminio como coagulante. Primeramente el agua es almacenada en una pila de 10,000 galones. Una vez almacenada, se agita y se le añade sulfato de aluminio, se remueve nuevamente y se deja en reposo por un tiempo de seis a ocho horas. Con este proceso se pretende que el agua esté

libre de sólidos en suspensión. Se determina la efectividad de este proceso haciendo un análisis de la turbidez del agua, que según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, debe ser de 1UNT (Unidades Nefelométricas de Turbiedad). Este proceso es el primero que se realiza en la empresa, específicamente en el pretratamiento.

#### 2.4.3 Cloración.

Cloración es el procedimiento para desinfectar el agua utilizando el cloro o alguno de sus derivados, como el hipoclorito de sodio o de calcio. En las plantas de tratamiento de agua de gran capacidad, el cloro se aplica después de la filtración. Para obtener una desinfección adecuada, el cloro deberá estar en contacto con el agua por lo menos durante veinte minutos; transcurrido ese tiempo podrá considerarse el agua sanitariamente segura. Para desinfectar el agua para consumo humano generalmente se utiliza hipoclorito de sodio al 5.1%. Se agrega una gota por cada litro a desinfectar. (Manantial Water, 2011)

El proceso de purificación de agua por cloro elimina la mayoría de bacterias, hongos, virus, esporas, algas y coliformes totales presentes en el agua.

En la Empresa Suplidora Matagalpa, la cloración se aplica al agua potable contenida en las pilas receptoras. Esto se da durante el pretratamiento, una vez que finalizada la decantación. A una pila de 10,000 galones se le añaden aproximadamente 2 litros de cloro, logrando que el agua esté libre de microorganismos. Esto se constata por medio de un análisis.

#### 2.4.4 Ozonificación.

El proceso de Ozonificación es un proceso de oxidación avanzada. Los componentes del proceso de Ozonificación es el tratamiento del gas de origen, el generador del ozono, el contacto del agua con el Ozono y la destrucción del ozono no usado.

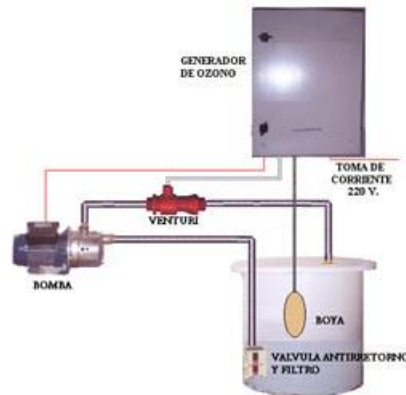


Figura 1. Ozonificador

El proceso de Ozonificación sigue dos etapas, la primera es suministrar el ozono en una mezcla con aire u oxígeno al agua a tratar, dispersados de tal manera que el área de contacto con el agua donde se inyecte sea lo máximo posible. La segunda etapa del proceso se lleva a cabo en el contacto del Ozono con los compuestos orgánicos e inorgánicos del agua para su oxidación. El ozono remanente en el agua, permanece como Ozono residual y el ozono no utilizado se libera del reactor. La desinfección ocurre en el momento en que daña y destruye componentes críticos de los microorganismos aún los recalcitrantes como la Giardia, virus y ciertas formas de algas. La efectividad de la desinfección es directamente proporcional a la Concentración del Ozono (C) y al tiempo de contacto (t). (Water Treatment Solution LENNTECH, 1998-2011)

#### 2.4.4.1 Propiedades del ozono

El ozono es una forma alotrópica del oxígeno con tres átomos, se encuentra en forma diluida con una mezcla de aire u oxígeno. Es más soluble en agua que el oxígeno, pero debido a su más baja presión parcial, es difícil obtener una concentración mayor que pocos miligramos por litro en condiciones normales de temperatura y presión. La reacción del ozono en el agua, se realiza bajo dos mecanismos: primero en forma directa debido a su triple valencia, es capaz de oxidar muchos compuestos orgánicos e inorgánicos en forma lenta; el segundo, en forma rápida, por la formación de ion hidroxilo, agente oxidante de mayor poder que el mismo ozono, por lo que se le utiliza para

oxidar los constituyentes indeseables del agua y en la desinfección. Estos dos mecanismos lo hacen, 1,5 veces más oxidante que el cloro. (Water Treatment Solution LENNTECH, 1998-2011)

Es evidente entonces que el ozono es un excelente desinfectante pues oxida los compuestos orgánicos e inorgánicos existentes en el agua y no le transmite olor, sabor o residuos al agua que está siendo tratada. Este proceso es el último que se hace en la empresa, después se realizan las pruebas finales de pH, cloruro y turbidez, donde se verifica que el proceso de purificación se llevó a cabo exitosamente y el agua cumple con los parámetros de calidad establecidos por las autoridades correspondientes. Una vez finalizado el análisis se procede a empaclar el agua, porque se considera esta purificada y lista para el consumo humano.

#### 2.4.5 Purificación por rayos ultravioleta.

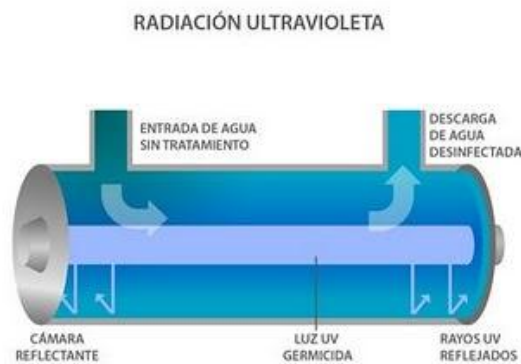


Figura 2. Funcionamiento de las lámparas ultra violetas

La luz ultravioleta es parte del espectro electromagnético de radiación la cual también es emitida por el sol. Está situada entre las bandas de rayos X y la luz visible, con longitudes de onda que van desde 180 hasta 400 nanómetros (nm).

La luz ultravioleta conocida generalmente como UV, es emitida en tres diferentes bandas UV-A, UV-B y UV-C. Así la radiación con mayor efecto germicida se encuentra entre las bandas UV-C y UV-B, correspondiendo a 260 nm.

De modo que la longitud de onda a 254 nm generada por emisores monocromáticos (presión baja) proporcionan la máxima efectividad germicida, inactivando los cinco principales grupos de



microorganismos virus, bacterias, algas y protozoos es decir cuando estos organismos se exponen a la radiación UV, ésta penetra la pared celular llegando hasta el núcleo donde se encuentra la información genética, destruyendo la cadena de ADN y por lo tanto impide su reproducción. (Díaz, Serrano, 2002:49)

Nota: un millón de nanómetros es equivalente a un milímetro o micra (mm).

En la Empresa Suplidora Matagalpa, la luz ultravioleta se utiliza en el proceso de purificación. Su funcionamiento es el siguiente: se hace pasar el agua a través de la cámara de desinfección, que pone en contacto al agua con la luz UV. Los rayos son absorbidos por el agua, desactivando el ADN de los microorganismos y bacterias. Este tipo de aparato es un excelente desinfectante ya que evita que los microorganismos se reproduzcan. El flujo de filtración es de 20 galones por minuto.

## 2.5 Técnicas de filtración

Las técnicas de filtración son equipos, o procedimientos, especializados utilizados para obtener agua libre de productos orgánicos y químicos que pueden ser perjudiciales para la salud de los consumidores. A continuación se explicarán las técnicas de filtración utilizadas en la Empresa Suplidora Matagalpa y en otras industrias purificadoras

### 2.5.1 Filtros

Un filtro de agua es un aparato compuesto generalmente de un material poroso y carbón activo, que permite purificar este líquido que viene directamente del acueducto y llega a través de los grifos. Al pasar por el filtro, este atrapa las partículas que trae el agua y pueden ser perjudiciales para la salud, algunos de estos elementos son arena, barro, oxido, polvo, hierro, altas cantidades de cloro y bacterias, entre otros. (Biblioteca Virtual, Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República de Colombia, 2011)

Ahora bien, un filtro no es más que un instrumento a través del cual pasa un flujo de agua para eliminar todos aquellos contaminantes que el líquido podría tener. Este dispositivo deberá capturar los sedimentos o contaminantes y solo dejar pasar el agua filtrada y limpia. (José M. Hernández Abreu, 2008)

En lo que se refiere al proceso en la Empresa Suplidora Matagalpa, existen varios tipos de filtros para lograr la purificación. En la segunda etapa del proceso, llamada tratamiento, el agua pasa por los filtros de arena sílice, filtros de cartuchos de cinco micras, y de carbón activado, cada uno de ellos se encarga de capturar contaminantes y permite la purificación del agua.

Estas técnicas, permiten que el agua esté libre de contaminantes. Es esencial en el proceso de purificación pues garantiza la inocuidad del producto.

### 2.5.2 Filtración por arena.



Figura 3. Filtro de arena sílice

La filtración de la arena es un método usado con frecuencia, muy robusto para quitar los sólidos suspendidos del agua. El medio de filtro consiste en una capa múltiple de arena con una variedad de tamaño y gravedad específica. Cuando el agua atraviesa el filtro, los sólidos suspendidos en el agua precipitan en la arena donde quedan como residuo y en el agua se reducen los sólidos suspendidos, esta fluye del filtro. Cuando los filtros se cargan con las partículas se invierte la dirección de filtración, para regenerarlo. Los sólidos suspendidos más pequeños tienen la capacidad de pasar a través de un filtro de arena, a menudo se requiere la filtración secundaria.

Los filtros de arena son indicados para reducir las partículas y sólidos en suspensión, materia orgánica y organismos patógenos presentes en el agua cruda. (José M. Hernández Abreu, 2008)

Esta técnica consiste en pasar el agua a través de un contenedor lleno de arena. Las impurezas del agua son retenidas por la arena mientras el agua sigue su recorrido hasta salir del filtro. Una vez que el agua ha pasado este proceso es necesario cambiar la dirección de filtrado para que el filtro logre hacer nuevamente su función; muchas veces es necesario una segunda filtración para eliminar las partículas más pequeñas que se hayan podido colar.

Normalmente, el filtro de arena funciona de arriba hacia abajo, con flujo de filtración de diez galones por minuto. En la Empresa Suplidora Matagalpa se utiliza este tipo de filtro, y tiene una durabilidad de tres a cinco años, con dimensiones de 48x30 pulgadas. Anteriormente se mencionó como funciona el filtro de arena, el agua se escurre a través de la arena, mientras esta retiene los contaminantes en la parte superior. Según el encargado de producción en la empresa, existen varios factores que afectan el funcionamiento del filtro de arena, como la calidad del agua, es decir, si el agua a procesar tiene muchos contaminantes o no, la granulometría, que es la medida de los granos y la uniformidad en el lecho de arena.

Según Hernández Abreu, el filtro, la arena se puede colocar de varias maneras, pero la más recomendable es con una sola capa filtrante. La arena debe tener el diámetro adecuado y constante en toda la altura del lecho, es decir, ser uniforme. Para efectuar la limpieza de los filtros, se debe realizar un retro lavado, es decir, iniciar el proceso a la inversa, para que los contaminantes puedan ser expulsados por la tubería de drenaje. Esta operación se hace hasta que el agua salga totalmente limpia y sirve para comprobar algún escape de arena.

Es necesario mantener los filtros en óptimas condiciones, y controlar su funcionamiento periódicamente. Esto se puede hacer verificando la ausencia de fisuras en el porta filtro que produzcan pérdida de agua. Seguidamente, se debe comprobar que la altura de la arena sea la correcta de acuerdo con las instrucciones del fabricante, tomando en consideración que el lecho filtrante no llene completamente el filtro, porque si esto pasara, el retro lavado no se realizaría de manera adecuada. Si al contrario, la cantidad de arena fuera insuficiente, la filtración no sería tan efectiva. Todas estas verificaciones deben hacerse asegurándose de que el filtro haya evacuado la presión del agua.

Es posible que en la arena se formen colonias de micro organismos, creando una capa impermeable que disminuye la función de filtraje, en este caso es necesario aplicar una solución de hipoclorito

sódico en una dosis de 15 a 20 ml/litro de agua, dejando reposar por 24 horas y después lavando con abundante agua, siempre verificando que la arena no se haya salido del filtro.

Del mismo modo, el encargado de producción afirma que, deben mantenerse protegidas con una fina capa de grasa, las roscas de los tornillos del equipo para evitar la oxidación. En caso de corrosión es conveniente tratarlo con un cepillo de alambre y pintura protectora asegurando así la vida útil del filtro. Y por último, debe asegurarse que las válvulas de drenaje estén en buen funcionamiento.

“No existe otro método que consiga un tratamiento de agua tan efectivo sin aplicar un tratamiento físico, químico o bacteriológico agresivo.” (José M. Hernández Abreu, 2008)

### 2.5.3 Adición química.

Hay varias situaciones en las cuales se agregan productos químicos, por ejemplo para prevenir la formación de ciertos productos de la reacción. Debajo, se resumen algunas de estas adiciones:

- Los agentes quelatos se agregan a menudo al agua, para prevenir los efectos negativos de la dureza, causados por la deposición del calcio y del magnesio.
  
- Los agentes que oxidan se agregan al agua como biocida, o para neutralizar agentes de reducción.
  
- Los agentes de reducción se agregan para neutralizar agentes que oxidan, tales como ozono y cloro. También ayudan a prevenir la degradación de las membranas de purificación. (Water Treatment Solution LENNTECH, 1998-2011)

En la empresa, esta técnica se utiliza muy poco, puesto que su principal objetivo es ofrecer agua natural. Sólo en temporadas donde la corriente de agua es muy fuerte y arrastra demasiados sedimentos, se utiliza este método. Los agentes quelatos son compuestos que tienen la habilidad de atrapar iones que están sueltos en el agua y convertirlos en sustancias insolubles y los biocidas son productos químicos tóxicos para los microorganismos, se utilizan para eliminar bacterias y organismos unicelulares del agua.

Los químicos que adicionan al agua son ácido clorhídrico o ácido muriático, amonio cuaternario, e hipoclorito de sodio al 12 %. El agua tratada la almacenan en pilas de 1000, 1500 y 10000 galones.

El ácido clorhídrico es sumamente tóxico, pero se usa para regular el ph con concentraciones muy bajas. En la producción de gelatina, por ejemplo, lo usan para disolver la parte mineral de los huesos. Este químico es irritante para los tejidos, por eso su manipulación es sumamente delicada. En cambio los compuestos de amonio cuaternario tienen una función antimicrobiana y por lo tanto, desinfectante. Su función es desactivar enzimas, proteínas esenciales y romper la membrana celular de las bacterias. Los cuaternarios se pueden usar para desinfectar inodoros, instrumentos, plantas procesadoras, pues controla e inhibe la formación de hongos.

El hipoclorito de sodio, mejor conocido como cloro (hipoclorito de sodio disuelto en agua). En la empresa se usa como oxidante y desinfectante.

#### 2.5.4 Clarificación.

La clarificación es un proceso de multi-pasos para quitar los sólidos suspendidos. Primero, se agregan los coagulantes. Los coagulantes reducen la carga de iones, de modo que acumulan las partículas en formas más grandes llamadas flóculos. Los flóculos se depositan por gravedad en tanques de filtración o se quitan mientras que el agua atraviesa un filtro de gravedad. Las partículas más grandes que 25 micras son quitadas con eficacia por la clarificación. Agua que es tratada con la clarificación puede contener algunos sólidos suspendidos y por lo tanto necesita un tratamiento adicional. (Water Treatment Solution LENNTECH, 1998-2011)

Significa entonces, que para separar los sólidos en suspensión primero se debe agitar el agua e inmediatamente agregar el coagulante, esto permite que las partículas se agrupen formando flóculos de bacterias y microorganismos. Estos son transportados a tanques de filtración o pasan un proceso de filtración. Si todavía existen sólidos en suspensión estos necesitan pasar por un tratamiento adicional.

Cabe agregar que en la empresa aplican sulfato de aluminio al 2% como coagulante. El proceso es el siguiente: primero se debe agitar el agua y seguidamente, agregar el coagulante, para crear atracción entre las partículas en suspensión. Se debe agitar nuevamente para crear “flóculos”, calibrando su ph, que es un factor importante pues permite la acción desestabilizadora de las sustancias coagulantes. Seguido de esto, dejar reposar el agua por 8 horas o más para lograr la sedimentación. En el proceso intervienen los siguientes componentes: sulfato de aluminio como coagulante, aunque se puede usar

también semillas en polvo de moringa, y algunos tipos de arcilla, como la llamada bentonita, soda caustica o hidróxido de sodio como base, y cloro como desinfectante. Las partículas contaminadas son precipitadas y al final del proceso se van a drenaje. Esta técnica puede durar media hora, una y hasta ocho horas. Mientras más tiempo, más partículas en suspensión se forman y se recargan menos los filtros.

#### 2.5.5 Desionizar y ablandar.

El proceso de desionización elimina los iones del agua a través de intercambio iónico. Los iones cargados positivamente (cationes), y los iones con carga negativa (aniones) son intercambiados por hidrógeno ( $H^+$ ) e hidroxilo ( $OH^-$ ), respectivamente, debido a una mayor afinidad de la resina de otros iones. El proceso de intercambio iónico se produce en los sitios de unión de las partículas de resina. Una vez agotada la capacidad de intercambio, la cama de resina se regenera con ácido concentrado y soda cáustica que se despoja de los iones acumulados a través del desplazamiento físico, dejando a los iones de hidrógeno o hidroxilo en su lugar. (Sánchez, 2011)

La desionización es un procedimiento de intercambio, donde los cationes son absorbidos por iones de hidrógeno y los aniones por iones de hidroxilo. Los absorbentes que se utilizan son resinas y estas atrapan los cationes y aniones. Una vez que el lecho está lleno se debe regenerar con soda cáustica o ácido concentrado, permitiendo que el hidrógeno e hidroxilo se desprendan de los iones aglomerados durante el proceso.

En este proceso se separan los iones y se transfieren a la superficie donde se encuentra la resina en forma de bolas pequeñas. Este es un compuesto orgánico de gran peso molecular (catiónico o aniónico), cuya estructura porosa es absorbente. Las partículas de resina se mantienen en un lecho fijo en la superficie, mientras el fluido o el agua pasa continuamente a través de él hasta que esta cama está saturada y no es posible continuar con la absorción. En este punto, es necesario regenerar el lecho y el éxito en esta operación está relacionado directamente con el tipo de resina a utilizar y las velocidades de transferencia. Para ilustrar esta idea, es útil imaginar el aparato que permite la desionización, es decir, quita los iones de calcio y magnesio; debe ser un recipiente cilíndrico que contiene resina en su interior. Como hay dos tipos de resinas (catiónica y anionica), este dispositivo contiene dos columnas adyacentes, cada una con un tipo de resina, para eliminar primero los cationes seguidamente de los aniones. El agua circula a través del lecho en sentido descendente hasta que la

operación ha terminado. Posteriormente, se lleva a cabo la regeneración del lecho que se logra añadiendo un ácido fuerte para la resina catiónica y bases a la resina aniónica. Sería recomendable usar dos columnas de desionización para que llegada esta etapa, se pueda regenerar una columna mientras la otra continua el proceso, y así evitar retrasos. Es importante llevar a cabo este proceso una vez aplicado un tratamiento previo de filtración, o que el agua esté libre de materias en suspensión. En la Empresa Suplidora Matagalpa no se utiliza este proceso.

En la Empresa Suplidora Matagalpa puesto que es un método que sólo permite la eliminación de sales, no elimina compuestos orgánicos, virus ni bacterias. A demás sólo se puede aplicar con agua que haya pasado una purificación preliminar.

#### 2.5.6 Desinfección.

La desinfección es uno de los pasos más importantes de la purificación del agua de ciudades y de comunidades. Responde al propósito de matar a los actuales microorganismos indeseados en el agua; por lo tanto los desinfectantes se refieren a menudo como biocidas. Hay una gran variedad de técnicas disponibles para desinfectar los líquidos y superficies, por ejemplo: desinfección con ozono, desinfección con cloro y desinfección UV.

Cuando el cloro es dejado caer: puede reaccionar las cloraminas y los hidrocarburos tratados con cloro, que son agentes carcinógenos peligrosos. Para prevenir este problema el dióxido de cloro puede ser aplicado. El dióxido de cloro es un biácido eficaz a bajas concentraciones tales como 0,1 ppm y excelentes en una gama ancha de ph. El  $\text{ClO}_2$  penetra la pared de la célula de las bacterias y reacciona con aminoácidos vitales en el citoplasma de la célula para matar al organismo. El subproducto de esta reacción es clorito. Los estudios toxicológicos han demostrado que el subproducto de la desinfección del dióxido de cloro, clorito, no tiene ningún riesgo adverso significativo para la salud humana.

Se ha utilizado el ozono para la desinfección del agua potable en la industria del agua municipal en Europa por cientos de años y es utilizado por una gran cantidad de compañías de agua, donde es común capacidades del generador del ozono de hasta el radio de acción de cientos kilogramos por hora. Cuando el ozono hace frente a olores, a bacterias o a virus, el átomo adicional del oxígeno los destruye totalmente por la oxidación. Durante este proceso el átomo adicional del oxígeno se

destruye y no hay olores, bacterias o átomos adicionales dejados. El ozono es no solamente un desinfectante eficaz, es también particularmente seguro de utilizar.

También se utiliza hoy en día la radiación-UV para la desinfección. Cuando están expuestos a la luz del sol, se matan los gérmenes y las bacterias y los hongos se previenen de reproducirse. Este proceso natural de la desinfección se puede utilizar con más eficacia posible aplicando la radiación UV de una manera controlada. (Water Treatment Solution LENNTECH, 1998-2011)

El objetivo de desinfectar el agua es eliminar todos los microorganismos que pueden ser perjudiciales para la salud. Según se ha citado, existen muchos métodos para lograr la desinfección, arriba se menciona ozonificación, radiación ultravioleta, y adición de cloro. Todos estos procesos han sido abordados a lo largo de la investigación, profundizando más en cada uno de ellos, sugiriendo otras técnicas de desinfección, y explicando las que utilizan en la Empresa Suplidora Matagalpa. La desinfección está presente en dos etapas del proceso, en el pre-tratamiento, pues aquí se aplica la cloración del agua y en el ultra tratamiento, donde el agua es sometida a rayos ultravioletas y a ozonificación. De la misma manera, esta técnica es utilizada para la limpieza de pilas receptoras de agua, tanques e instrumentos.

#### 2.5.7 Filtración por cartuchos.





Figura 4. Filtro de algodón 5 micras y cartuchos que contienen los filtros

La filtración por cartuchos consiste en hacer circular, mediante presión, un fluido por el interior de un porta cartuchos, en el que se encuentran alojados los cartuchos filtrantes. El fluido atraviesa el cartucho filtrante dejando en éste retenidos todos los contaminantes seleccionados.

La filtración por cartuchos es la técnica de filtración más aconsejada para aquellas aplicaciones cuyas exigencias en cuanto a calidad y seguridad sean elevadas. Los cartuchos filtrantes pueden estar fabricados en diferentes materiales, polipropileno, nylon, acero inoxidable, etc., determinándose el empleo de uno u otro en función de las características del fluido a filtrar y de la calidad final deseada del mismo.

Los cartuchos filtrantes pueden ser de diferentes clases en función del tipo de filtración que se pretenda conseguir, y así pueden ser: Filtros en profundidad, plisados, inorgánicos, y de membrana. (Water Treatment Solution LENNTECH, 1998-2011)

Este método radica en inyectar el agua a presión y hacerla circular a través de un porta filtros, que contiene el material filtrante en el interior. Esta técnica es recomendable para cubrir altas exigencias de purificación, pues brinda excelente calidad y seguridad. Los cartuchos pueden ser fabricados de diferentes materiales, y la selección del tipo de cartucho a utilizar esta determinado por la contaminación del agua y la calidad que se espera obtener. Los cartuchos pueden ser filtros en profundidad, plisados, inorgánicos, y de membrana.

Antes de adquirir un filtro es necesario saber para qué se va a utilizar, por ejemplo, para clarificación, esterilización, controlar la contaminación, reciclar el agua, entre otras. Debe tomarse en cuenta la naturaleza de los contaminantes, si es rígido o gelatinoso, el grado de filtración requerido, la temperatura y presión debe ser compatible con el filtro, y el costo total de filtración. Si se desea remover partículas visibles (grandes), es necesario un filtro de 40 o 50 micras, si se desea lograr la transparencia, es necesario un filtro de 25 micras o menos, y si se quiere remover la turbidez, un filtro de 10 micras o menos es lo ideal. En la Empresa Suplidora Matagalpa se usan filtros de 5 micrones, que funciona de la siguiente manera: en la parte superior del porta filtros existe la entrada que está conectada al flujo de agua, el agua penetra bajo presión y se introduce en el filtro, logrando un flujo de filtración de 10 galones por minuto. El filtro de 5 micras es desechable y tiene una duración de un mes, mientras que el porta filtros dura, alrededor de 5 años. Este tipo de filtro tiene dimensiones de 4 pulgadas de diámetro y 10 pulgadas de largo y está conectado en paralelo (seis micro filtros) y en serie (dos filtros en el proceso de ozonificación).

#### 2.5.8 Carbón activado.



Figura 5. Filtros carbón activado

**Los filtros de carbón activo** se utilizan principalmente para eliminación de cloro y compuestos orgánicos en el agua. El sistema de funcionamiento es el mismo que el de los filtros de arena, realizándose la retención de contaminantes al pasar el agua por un lecho filtrante compuesto de carbón activo. Muy indicados para la filtración de aguas subterráneas. Se fabrican en acero inoxidable, en acero al carbono y en fibra de vidrio. (Fluidos, SEFILTRA Purificación de, 2005)

El filtro de carbón activado se encarga de erradicar los compuestos orgánicos y contaminantes que pueda tener el agua. Funciona de manera similar a los filtros de arena pues detiene las impurezas en el lecho de carbón activado. Estos filtros efectivos para tratar aguas subterráneas. Pueden estar hechos de acero inoxidable, fibra de vidrio y acero al carbono.

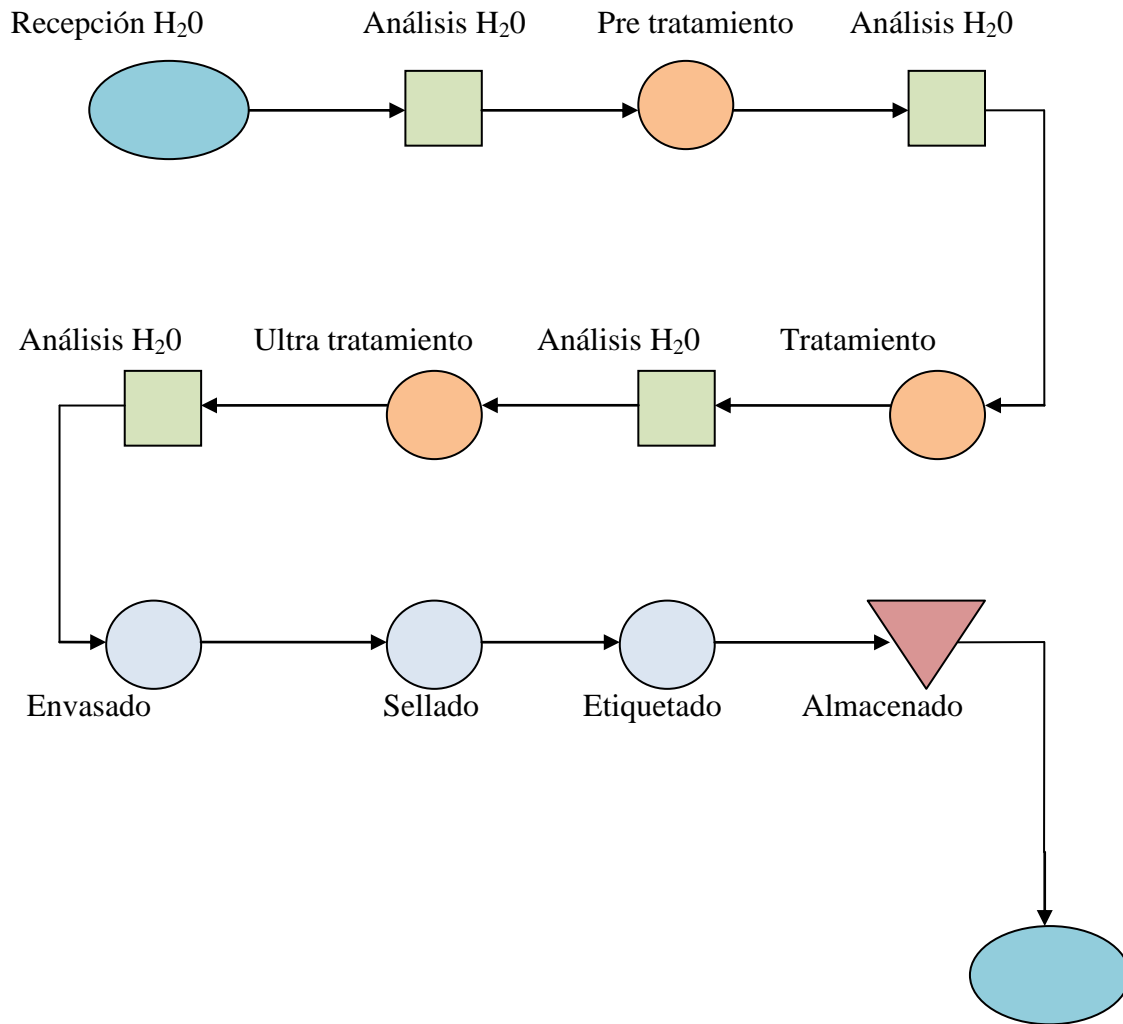
En la Empresa Suplidora Matagalpa utilizan este tipo de filtros. El agua atraviesa el carbón y elimina las sustancias orgánicas y químicas que pueda tener, con un flujo de filtración de 20 galones por minuto y tiene una vida útil de cinco años.

Cabe agregar que, en este tipo de filtros, las moléculas se adhieren a la superficie del carbón. El carbón es preparado a partir de diversos materiales como, carbón, madera, y cáscaras de nueces, y se le llama “activado” pues es calentado a altas temperaturas (800 a 1000 °C), y con total ausencia de oxígeno. De esta manera se crean millones de poros microscópicos en la superficie del carbón, es aquí donde se atrapan las moléculas contaminantes. Para ejemplificar lo anterior, el carbón actúa como un imán y mantiene las impurezas en su superficie. Una de las ventajas de este filtro es que elimina el cloro, olor y sabor, de tal manera que el paladar no lo percibe, y remueve los compuestos orgánicos volátiles (solventes industriales, gasolina, aceites), pesticidas y herbicidas, entre otros contaminantes que se pueden encontrar en el agua que pueden causar serios problemas de salud, desde traumas psicológicos, depresión, hasta irritaciones en la piel y membranas mucosas por inhalación. La eficiencia de estos filtros depende de los contaminantes, el tipo de agua, y de carbón a utilizar. Es necesario desinfectar el filtro una vez usado para evitar la reproducción de bacterias.

### 3. Etapas de purificación.






Existen tres etapas bien diferenciadas en el proceso de purificación de agua que se aplica en la Empresa Suplidora Matagalpa, las cuales son: pretratamiento, tratamiento y ultra tratamiento. En el diagrama de flujo se muestra gráficamente el proceso y posterior a este se detalla en qué consiste cada etapa de purificación.

### 3.1 Flujo grama



Fin

#### Simbología

Inicio /Fin	
Análisis H2O (Inspección)	
Proc. Purificación (Operación)	
Empaque (Operación)	
Almacén	

### 3.2 Pretratamiento

Este primer proceso, consta de dos sub procesos: decantación y cloración. Primeramente se realiza un análisis del agua potable que se recibe, aquí se toman en cuenta los siguientes parámetros: cloro, pH y turbidez, y sus valores respectivos, cloro, de 1 a 3 ppm, pH igual a 6.5-8.5, y turbidez de 1 UNT (Unidades Nefelométricas de Turbiedad). Estos parámetros son medidos con un kit para medidores de agua. Si el agua está ligeramente fuera de los rangos, se pueden ajustar los parámetros. Por ejemplo, si el pH es menor o mayor que 6.5-8.5, se le agrega sulfato de aluminio, entre 0.3 a 0.5 ml, y carbonato soda si es menor que 7.

La turbidez se eliminará durante la decantación, proceso donde se añade sulfato de aluminio, como coagulante, se agita el agua y se deja reposar por un período de 6 a 8 horas, en este proceso las partículas en suspensión se precipitan al fondo del recipiente y se liberan a través de la tubería de drenaje.

Seguido de esto, se añade cloro, que actúa como desinfectante. Si las cantidades de cloro al recepcionar el agua son nulas, o el agua contiene muchos sólidos en suspensión (esto sucede más en durante el invierno), se agrega cloro o hipoclorito de sodio hasta a 15 ppm. Para la pila de recepción de 10,000 galones se le añade aproximadamente 2 litros de cloro. Una vez, hecha su función, el cloro se eliminará a través de los filtros en el proceso siguiente, que es el tratamiento.

Se determina que el pretratamiento se llevo a cabo de manera satisfactoria pues se analiza una muestra del agua y se compara con los resultados del agua recepcionada

### 3.3 Tratamiento

Esta es la segunda parte del proceso de purificación y consiste en pasar el agua por el sistema de filtración. Los filtros que se utilizan son: filtros de arena, filtros de carbón activado y cartuchos 5 micras.

En este proceso se elimina el cloro del agua, cuando pasa por los filtros de arena sílica conectados en serie, con un flujo de filtración de 10 gal/min. Seguido de esto, el agua atraviesa los filtros de carbón activado granulado. Se utilizan dos, y su función es atraer impurezas y sustancias químicas del agua, también se usan para eliminar el cloro, materia orgánica, sabores y olores objetables en el agua. Estos filtros, al igual que los de arena, tienen capacidad de filtración de 10 gal/min. Los

últimos filtros del tratamiento son los cartuchos 5 micras. Son seis microfiltros hechos de algodón, conectados en paralelo, con capacidad de 10 gal/min. Cumplen la función de eliminar la turbidez o materia en suspensión que pueda contener el agua. (Ver Anexo 4)

Una vez que el agua ha pasado por este sistema de filtración, se determina la efectividad del tratamiento analizando una muestra del agua tratada, y comparando los resultados del examen con los parámetros de calidad.

### 3.4 Ultra tratamiento

En el ultra tratamiento intervienen dos procesos: desinfección por rayos UV y ozonificación.

En este proceso el agua atraviesa las cámaras de desinfección UV, con un flujo de filtración de 20 gal/min. Es un sistema de esterilización, con el cual se destruyen más del 99.9% de bacterias, virus y gérmenes patógenos que se encuentran en el agua, permite mantener las propiedades del agua y no afecta a quien la salud de los consumidores.

Seguido de esto, el agua se somete a ozonificación. Para finalizar, el agua atraviesa dos microfiltros conectados en serie. Este es el último proceso de purificación, y con él se eliminan los compuestos orgánicos e inorgánicos del agua. Una vez más se toma una muestra del agua, y se considera purificada si cumple con los parámetros establecidos por las autoridades correspondientes. (Ver Anexo 5)

## 4. Parámetros de calidad del agua purificada

Los parámetros de calidad, son las características que el agua concentradas en dosis adecuadas, establecidas por las autoridades correspondientes. Algunos de estos parámetros se pueden detectar a simple vista o por medio de los sentidos, los organolépticos, mientras que otros se identifican por medio de exámenes en laboratorios, como los parámetros químicos.

### 4.1 Características físicas y organolépticas.

Entre las características físicas y organolépticas que el agua posee, están: el color, olor, sabor, pH, turbidez, cloro residual y floculación. A continuación se detallará en qué consisten cada uno de ellos.

#### 4.1.1 Alcalinidad

La alcalinidad de muchas aguas superficiales depende primordialmente de su contenido en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. La determinación de la alcalinidad se utiliza en el control de los procesos de tratamiento de aguas.

El agua de mar tiene un grado de acidez (pH) que fluctúa entre un valor de 7.6 y 8.4, lo que le confiere cierta propiedad alcalina.

El Ministerio de Salud, MINSA, refleja en el examen físico químico este valor, aunque la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, no hace referencia a este, pues la alcalinidad no tiene mayor importancia sanitaria. Este parámetro está íntimamente relacionado con el pH (potencial de hidrógeno), ya que si el agua tiene un pH mayor a 7, se considera agua alcalina.

#### 4.1.2 Color

En la naturaleza no existen aguas incoloras, aunque a pequeña profundidad lo puedan parecer. La coloración del agua puede ser debida a materias orgánicas e inorgánicas disueltas en disolución coloidal. El color del agua tiene importancia desde el punto de vista higiénico, ya que es un indicativo de donde procede el agua. El color se puede determinar comparándolo con una escala de patrones. (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2009-2011)

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, el color del agua debe de ser, máximo 5 unidades. Para determinar esta cantidad se utiliza un método de análisis llamado EPA 100.2, y unidades de medidas en mg/l (Pt-Co), escala conocida como "Escala de Hazen". Este examen se hace semestralmente por el MINSA.

#### 4.1.3 Olor

Las aguas potables son inoloras, pero pueden tener cierto olor por desarrollo de microorganismos, contaminación cloacal, contaminación por residuos industriales. El agua puede oler a petróleo o

moho y se debe investigar su procedencia. La determinación del olor se hace con el límite umbral: dilución máxima de agua inolora para hacer susceptible su olor. (Elergonomista, 2009)

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada el olor del agua debe de ser no rechazable. Se mide mediante percepciones sensoriales, utilizando el límite umbral (UL), y no existe un número específico puesto que el UL depende de la capacidad olfatoria individual.

#### 4.1.4 Sabor.

Es bastante subjetivo, pero normalmente el sabor va en función de las sales. El límite de NaCl es de 300-400 mg, y el de sulfato de calcio de 500-600 mg. (Elergonomista, 2009)

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, el sabor del agua debe de ser “No Rechazable”, utilizando el Umbral Límite de sabor (UL), que va a depender de la capacidad sensorial individual.

#### 4.1.5 Cloro residual

En el agua de consumo humano se encuentra como una combinación de hipoclorito y ácido hipocloroso, en una proporción que varía en función del pH. El cloro residual combinado es el resultado de la combinación del cloro con el amonio, y su poder desinfectante es menor que el libre. La suma de los dos constituye el cloro residual total.

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, el valor máximo admisible de cloro residual debe ser 0.1 mg/l, y se analiza utilizando el método EPA 330.5, en el examen físico químico elaborado por el MINSA.

#### 4.1.6 Ph

El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica. Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H+) excede



el número de átomos del oxhidrilo (OH<sup>-</sup>), la sustancia es ácida. (Dirección General de Salud Ambiental, 2010)

Brevemente, ph determina la acidez o alcalinidad de una disolución. Considerándose ácida si el ph es menor que 7, neutra si es igual a 7 y alcalina si es mayor que 7.

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada el valor ideal de ph debe estar entre 6.5-8.5, considerándose ideal, ph igual a 7. En la Empresa Suplidora Matagalpa se calcula el nivel del ph utilizando un peachímetro.

#### 4.1.7 Turbidez

1. Medida de la transparencia (empleando escalas de la APHA o colorimétricas) de un líquido por lo demás claro. 2. La apariencia de la turbidez de un líquido por su naturaleza transparente, ocasionada por la presencia en suspensión de sólidos finos o de gotitas líquidas de tamaño coloidal. (Parker, Diccionario McGraw Hill de Química, Tomo II N-Z, 1991)

Es la capacidad del agua de transmitir la luz, esto depende de la cantidad de partículas que están suspendidas, mientras menos partículas haya más cristalina será el agua.

El agua debe ser transparente, pero pequeñas cantidades de sustancias suspendidas le pueden dar opacidad, en principio no es perjudicial para la salud, pero la puede hacer rechazable. Si la turbidez procede de hongos, detritus la harán sospechosa para el consumo. El grado de turbidez da idea de los procesos de coagulación, decantación y filtración que se han realizado para preparar el agua para el consumo. (Elergonomista, 2009)

Según la, Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, la turbiedad el agua debe de tener como valor máximo admisible 1 UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez), y se determina aplicando el análisis físico químico, con el método 2130B. En la Empresa Suplidora Matagalpa, se hacen pruebas de turbidez usando un Turbidímetro.

#### 4.2 Valores para sustancias químicas

Los riesgos para la salud asociados a los componentes químicos del agua de bebida se deben principalmente a la capacidad de los componentes químicos de producir efectos adversos sobre la salud tras periodos de exposición prolongados. (World Health Organization, 2011)

#### 4.2.1 Antimonio

Elemento químico con símbolo Sb y número atómico 51. El antimonio es un metal de color blanco plateado y dureza mediana que se rompe fácilmente. Se encuentra en pequeñas cantidades en la corteza terrestre. Los minerales de antimonio son extraídos y luego transformados en metal de antimonio o son combinados con oxígeno para formar óxido de antimonio. (ATSDR, 1992)

El antimonio se da naturalmente en el medio ambiente. Pero también entra en el medio ambiente a través de diversas aplicaciones de los humanos. Especialmente las personas que trabajan con antimonio pueden sufrir los efectos de la exposición por respirar polvo de antimonio. La exposición de los humanos al antimonio puede tener lugar por medio de la respiración, del agua potable y de la comida que lo contenga, pero también por contacto cutáneo con tierra, agua y otras sustancias que lo contengan. Respirar antimonio enlazado con hidrógeno en la fase gaseosa es lo que produce principalmente los efectos sobre la salud. (Lenntech BV, 1998-2011)

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, el valor máximo admisible de antimonio en el agua debe ser de 0.006 mg/l.

#### 4.2.2 Cobre

Elemento químico, de símbolo Cu, con número atómico 29; uno de los metales de transición e importante metal no ferroso. Su utilidad se debe a la combinación de sus propiedades químicas, físicas y mecánicas, así como a sus propiedades eléctricas y su abundancia.

El Cobre puede ser encontrado en muchas clases de comidas, en el agua potable y en el aire. Debido a que absorbemos una cantidad eminente de cobre cada día por la comida, bebiendo y respirando. La absorción del Cobre es necesaria, porque el Cobre es un elemento traza que es esencial para la salud de los humanos. Aunque los humanos pueden manejar concentraciones de Cobre proporcionalmente altas, mucho Cobre puede también causar problemas de salud.

La gente que vive en casas que todavía tienen tuberías de cobre, está expuesta a más altos niveles de Cobre que la mayoría de la gente, porque el Cobre es liberado en sus aguas a través de la corrosión de las tuberías. (BV, 1998-2011)

El nivel de cobre admisible en el agua según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, es de 1mg/l.

#### 4.2.3 Flúor

Símbolo F, número atómico 9. El flúor elemental es un gas de color amarillo pálido a temperaturas normales. El olor del elemento es algo que está todavía en duda. La reactividad del elemento es tan grande que reacciona con facilidad, a temperatura ambiente, con muchas otras sustancias elementales, entre ellas el azufre, el yodo, el fósforo, el bromo y la mayor parte de los metales.

El flúor reacciona con violencia considerable con la mayor parte de los compuestos que contienen hidrógeno, como el agua, el amoníaco y todas las sustancias orgánicas, sean líquidos, sólidos o gases. La reacción del flúor con el agua es compleja y produce principalmente fluoruro de hidrógeno y oxígeno, así como cantidades menores de peróxido de hidrógeno, di fluoruro de oxígeno y ozono.

El flúor es un elemento muy tóxico y reactivo. Muchos de sus compuestos, en especial los inorgánicos, son también tóxicos y pueden causar quemaduras severas y profundas. Hay que tener cuidado para prevenir que líquidos o vapores entren en contacto con la piel y los ojos.

En el agua, aire, plantas y animales hay presentes pequeñas cantidades de flúor. Como resultado los humanos están expuestos al flúor a través de los alimentos y el agua potable y al respirar el aire. El flúor se puede encontrar en cualquier tipo de comida en cantidades relativamente pequeñas. Se pueden encontrar grandes cantidades de flúor en el té y en los mariscos.

El flúor es esencial para mantener la solidez de nuestros huesos. El flúor también nos puede proteger del decaimiento dental, si es aplicado con el dentífrico dos veces al día. Si se absorbe flúor con demasiada frecuencia, puede provocar caries, osteoporosis y daños a los riñones, huesos, nervios y músculos. (BV, 1998-2011)

El valor máximo admisible en el agua es de 1.3mg/l según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada.

#### 4.2.4 Hierro

Elemento químico, símbolo Fe, número atómico 26 y peso atómico 55.847. El hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre (5%). Es un metal maleable, tenaz, de color gris plateado y magnético. La presencia del hierro en el agua provoca precipitación y coloración no deseada.

El Hierro puede ser encontrado en carne, productos integrales, patatas y vegetales. El cuerpo humano absorbe Hierro de animales más rápido que el Hierro de las plantas. El Hierro es una parte esencial de la hemoglobina: el agente colorante rojo de la sangre que transporta el oxígeno a través de nuestros cuerpos.

Puede provocar conjuntivitis, y retinitis si contacta con los tejidos y permanece en ellos. La inhalación crónica de concentraciones excesivas de vapores o polvos de óxido de hierro puede resultar en el desarrollo de una neumoconiosis benigna, llamada siderosis, que es observable como un cambio en los rayos X. Ningún daño físico de la función pulmonar se ha asociado con la siderosis. La inhalación de concentraciones excesivas de óxido de hierro puede incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón en trabajadores expuestos a carcinógenos pulmonares. (BV, 1998-2011)

El valor máximo admisible, según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada en el agua de hierro total es de 0.3mg/l

#### 4.2.5 Nitratos

El nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es NO<sub>3</sub>. El nitrato no es normalmente peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito (NO<sub>2</sub>).

El nitrato es uno de los más frecuentes contaminantes de aguas subterráneas en áreas rurales. Debe ser controlado en el agua potable principalmente porque niveles excesivos pueden provocar metahemoglobinemia, o “la enfermedad de los bebés azules”. Aunque los niveles de nitratos que afectan a los bebés no son peligrosos para niños mayores y adultos, sí indican la posible presencia de otros contaminantes más peligrosos procedentes de las residencias o de la agricultura, tales como bacterias o pesticidas.

El origen de los nitratos en aguas subterráneas es principalmente de fertilizantes, sistemas sépticos y almacenamiento de estiércol u operaciones de extensión. Los fertilizantes nitrogenados no absorbidos por las plantas, volatilizados, o arrastrados por la escorrentía superficial acaban en las aguas subterráneas en forma de nitratos. Esto hace que el nitrógeno no esté disponible para las plantas, y puede también elevar la concentración en aguas subterráneas por encima de los niveles admisibles de calidad del agua potable. El nitrógeno procedente del estiércol o de los abonos puede perderse de manera similar de los prados, corrales, o lugares de almacenamiento. Los sistemas sépticos eliminan solamente la mitad del nitrógeno de las aguas residuales, dejando que la otra mitad sea lavada hacia las aguas subterráneas, de esta forma aumentando las concentraciones de nitrato en las aguas subterráneas.

Una exposición corta a agua potable con un nivel de nitrato superior al estándar para la salud es un problema potencial para la salud, especialmente para los bebés. Los bebés beben grandes cantidades de agua considerando su peso corporal, especialmente si se usa agua para mezclar recetas o zumos en polvo o concentrados. Además, sus sistemas digestivos son inmaduros, y de esta forma más propensos a permitir la reducción de nitrato a nitrito. El nitrito en el tracto digestivo de los bebés puede causar metahemoglobinemia.

Una solución fácil para eliminar los nitritos de su agua es oxidándolos a nitratos (como hemos dicho anteriormente, los nitratos son mucho menos tóxicos que los nitritos). Esto puede conseguirse mediante la inyección de ozono en el agua. El ozono es un producto químico muy oxidante que oxidará todos los nitritos a nitratos, eliminando de esta forma la toxicidad causada por los nitritos. (BV, 1998-2011)

El valor máximo admisible en el agua de nitrito es de 1.0 mg/l y de 10 mg/l la cantidad de nitrato según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada. En la empresa el agua es sometida a un proceso de ozonificación por lo que se puede asegurar el agua libre de estas sustancias.

#### 4.2.6 Plata

Elemento químico, símbolo Ag, número atómico 47 y masa atómica 107.870. Es un metal lustroso de color blanco-grisáceo. Desde el punto de vista químico, es uno de los metales pesados y nobles; desde el punto de vista comercial, es un metal precioso. Concentraciones de hasta 2 g. Los

compuestos de plata pueden ser absorbidos lentamente por los tejidos corporales, con la consecuente pigmentación azulada o negruzca de la piel.

Contacto con los ojos: Puede causar graves daños en la córnea si el líquido se pone en contacto con los ojos. Contacto con la piel: Puede causar irritación de la piel. Contacto repetido y prolongado con la piel puede causar dermatitis alérgica. Peligros de la inhalación: Exposición a altas concentraciones del vapor puede causar mareos, dificultades para respirar, dolores de cabeza o irritación respiratoria. Concentraciones extremadamente altas pueden causar somnolencia, espasmos, confusión, inconsciencia, coma o muerte.

El líquido o el vapor pueden irritar la piel, los ojos, la garganta o los pulmones. El mal uso intencionado consistente en la concentración deliberada de este producto e inhalación de su contenido puede ser dañino o mortal.

Peligros de la ingestión: Moderadamente tóxico. Puede causar molestias estomacales, náuseas, vómitos, diarrea y narcosis. Si el material se traga y es aspirado en los pulmones o si se produce el vómito, puede causar neumonitis química, que puede ser mortal.

Órganos de destino: sobre-exposición crónica a un componente o varios componentes de la plata tiene los siguientes efectos en los animales de laboratorio:

Daños renales, daños oculares, daños pulmonares, daños hepáticos, anemia, daños cerebrales y anomalías cardíacas. (BV, 1998-2011)

El valor máximo admisible en el agua es de 0.05 mg/l según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada.

#### 4.3 Valores para sustancias químicas de alto riesgo para la salud

Los riesgos para la salud, asociados a los componentes químicos del agua de bebida, se deben a la capacidad de los componentes de producir efectos adversos sobre la salud, tras periodos de exposición prolongados. A continuación se detalla el valor máximo admisible de sustancias químicas establecidas por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada.

##### 4.3.1 Aluminio

Elemento químico metálico, de símbolo Al, número atómico 13, peso atómico 26.9815, que pertenece al grupo IIIA del sistema periódico. El aluminio puro es blando y tiene poca resistencia mecánica, pero puede formar aleaciones con otros elementos para aumentar su resistencia y adquirir varias propiedades útiles.

El Aluminio es uno de los metales más ampliamente usados y también uno de los más frecuentemente encontrados en los compuestos de la corteza terrestre. Debido a este hecho, el aluminio es comúnmente conocido como un compuesto inocente. Pero todavía, cuando uno es expuesto a altas concentraciones, este puede causar problemas de salud. La forma soluble en agua del Aluminio causa efectos perjudiciales, estas partículas son llamadas iones. Son usualmente encontradas en soluciones de Aluminio combinadas con otros iones, por ejemplo cloruro de Aluminio.

La toma de Aluminio puede tener lugar a través de la comida, respirarlo y por contacto en la piel. La toma de concentraciones significantes de Aluminio puede causar un efecto serio en la salud como: Daño al sistema nervioso central, demencia, pérdida de la memoria, apatía y temblores severos.

El Aluminio es un riesgo para ciertos ambientes de trabajo, como son las minas, donde se puede encontrar en el agua. La gente que trabaja en fábricas donde el Aluminio es aplicado durante el proceso de producción puede aumentar los problemas de pulmón cuando ellos respiran el polvo de Aluminio. El Aluminio puede causar problemas en los riñones de los pacientes, cuando entra en el cuerpo durante el proceso de diálisis. (BV, 1998-2011)

El valor máximo admisible en el agua según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, es de .02 mg/l.

#### 4.3.2 Arsénico

Elemento químico, cuyo símbolo es As y su número atómico, 33. El Arsénico es uno de los más tóxicos elementos que pueden ser encontrados. Debido a sus efectos tóxicos, los enlaces de Arsénico inorgánico ocurren en la tierra naturalmente en pequeñas cantidades. Los humanos pueden ser expuestos al Arsénico a través de la comida, agua y aire.

La exposición puede también ocurrir a través del contacto con la piel con suelo o agua que contenga Arsénico.

Los niveles de Arsénico en la comida son bastante bajos, no es añadido debido a su toxicidad, pero los niveles de Arsénico en peces y mariscos puede ser alta, porque los peces absorben Arsénico del agua donde viven. Por suerte esto es mayormente la forma de Arsénico orgánico menos dañina, pero peces que contienen significantes cantidades de Arsénico inorgánico pueden ser un peligro para la salud humana.

La exposición al Arsénico puede ser más alta para la gente que trabaja con Arsénico, para gente que bebe significantes cantidades de vino, para gente que vive en casas que contienen conservantes de la madera y gente que viven en granjas donde el Arsénico de los pesticidas ha sido aplicado en el pasado.

La exposición al Arsénico inorgánico puede causar varios efectos sobre la salud, como es irritación del estómago e intestinos, disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel, e irritación de los pulmones. Es sugerido que la toma de significantes cantidades de Arsénico inorgánico puede intensificar las posibilidades de desarrollar cáncer, especialmente las posibilidades de desarrollo de cáncer de piel, pulmón, hígado, linfa.

A exposiciones muy altas de Arsénico inorgánico puede causar infertilidad y abortos en mujeres, puede causar perturbación de la piel, pérdida de la resistencia a infecciones, perturbación en el corazón y daño del cerebro tanto en hombres como en mujeres. Finalmente, el Arsénico inorgánico puede dañar el ADN. El Arsénico orgánico no puede causar cáncer, ni tampoco daño al ADN. Pero exposiciones a dosis elevadas puede causar ciertos efectos sobre la salud humana, como es lesión de nervios y dolores de estómago. (BV, 1998-2011)

El valor máximo admisible en el agua es de 0.01 mg/l según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada.

#### 4.3.3 Bario

Elemento químico, Ba, con número atómico 56 y peso atómico de 137.34. De forma natural los niveles de Bario en el medio ambiente son muy bajos. Altas cantidades de Bario pueden sólo ser encontradas en suelos y en comida, como son los frutos secos, algas, pescados y ciertas plantas. La



cantidad de Bario que es detectada en la comida y en agua generalmente no es suficientemente alta como para llegar a ser concerniente a la salud. La gente con un gran riesgo a la exposición del bario con efectos adicionales sobre la salud son los que trabajan en la industria del Bario. Los mayores riesgos para la salud que ellos pueden sufrir son causados por respirar aire que contiene sulfato de Bario o Carbonato de Bario.

Muchos vertederos de residuos peligrosos contienen ciertas cantidades de Bario. La gente que vive cerca de ellos posiblemente está expuesta a niveles dañinos. La exposición podrá entonces ser causada por respirar polvo, comer tierra o plantas, o beber agua que está contaminada con Bario. Por contacto en la piel puede también ocurrir.

Los efectos sobre la salud del Bario dependen de la solubilidad de los compuestos. Compuestos del Bario que se disuelven en agua pueden ser dañinos para la salud humana. La toma de gran cantidad de Bario que es soluble puede causar parálisis y en algunos casos incluso la muerte.

Pequeñas cantidades de Bario soluble en agua puede causar en las personas dificultad al respirar, incremento de la presión sanguínea, arritmia, dolor de estómago, debilidad en los músculos, cambios en los reflejos nerviosos, inflamación del cerebro y el hígado. Daño en los riñones y el corazón.

No se ha demostrado que el Bario cause cáncer en los humanos. No hay prueba de que el Bario pueda causar infertilidad o defectos de nacimiento. (BV, 1998-2011)

El valor máximo admisible en el agua según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada es de 1.0 mg/l.

#### 4.3.4 Cadmio

Elemento químico relativamente raro, símbolo Cd, número atómico 48; tiene relación estrecha con el zinc, con el que se encuentra asociado en la naturaleza. Es un metal dúctil, de color blanco argentino con un ligero matiz azulado. Es más blando y maleable que el zinc, pero poco más duro que el estaño. El Cadmio puede ser encontrado mayoritariamente en la corteza terrestre. Este siempre ocurre en combinación con el Zinc. El Cadmio también consiste en las industrias como inevitable subproducto del Zinc, plomo y cobre extracciones. Después de ser aplicado este entra en el ambiente mayormente a través del suelo, porque es encontrado en estiércoles y pesticidas.

La toma por los humanos de Cadmio tiene lugar mayormente a través de la comida. Los alimentos que son ricos en Cadmio pueden en gran medida incrementar la concentración de Cadmio en los humanos. Ejemplos son patés, champiñones, mariscos, mejillones, cacao y algas secas.

Una exposición a niveles significativamente altas ocurren cuando la gente fuma. El humo del tabaco transporta el Cadmio a los pulmones. La sangre transportará el Cadmio al resto del cuerpo donde puede incrementar los efectos por potenciación del Cadmio que está ya presente por comer comida rico en Cadmio. Otra alta exposición puede ocurrir con gente que vive cerca de los vertederos de residuos peligrosos o fábricas que liberan Cadmio en el aire y gente que trabaja en las industrias de refinerías del metal. Cuando la gente respira el Cadmio este puede dañar severamente los pulmones. Esto puede incluso causar la muerte. El Cadmio primero es transportado hacia el hígado por la sangre. Allí es unido a proteínas para formar complejos que son transportados hacia los riñones. El Cadmio se acumula en los riñones, donde causa un daño en el mecanismo de filtración. Esto causa la excreción de proteínas esenciales y azúcares del cuerpo y el consecuente daño de los riñones. Lleva bastante tiempo antes de que el Cadmio que ha sido acumulado en los riñones sea excretado del cuerpo humano.

Otros efectos sobre la salud que pueden ser causados por el Cadmio son:

- Diarreas, dolor de estómago y vómitos severos
- Fractura de huesos
- Fallos en la reproducción y posibilidad incluso de infertilidad
- Daño al sistema nervioso central
- Daño al sistema inmune
- Desordenes psicológicos
- Posible daño en el ADN o desarrollo de cáncer.

#### 4.3.4.1 Efectos ambientales del Cadmio

De forma natural grandes cantidades de Cadmio son liberadas al ambiente, sobre 25.000 toneladas al año. La mitad de este Cadmio es liberado en los ríos a través de la descomposición de rocas y algún Cadmio es liberado al aire a través de fuegos forestales y volcanes. El resto del Cadmio es liberado por las actividades humanas, como es la manufacturación.

Las aguas residuales con Cadmio procedentes de las industrias mayoritariamente terminan en suelos. Las causas de estas corrientes de residuos son por ejemplo la producción de Zinc, minerales de fosfato y las bio industrias del estiércol. El Cadmio de las corrientes residuales puede también entrar en el aire a través de la quema de residuos urbanos y de la quema de combustibles fósiles. Debido a las regulaciones sólo una pequeña cantidad de Cadmio entra ahora en el agua a través del vertido de aguas residuales de casas o industrias.

Otra fuente importante de emisión de Cadmio es la producción de fertilizantes fosfatados artificiales. Parte del Cadmio terminará en el suelo después de que el fertilizante es aplicado en las granjas y el resto del Cadmio terminará en las aguas superficiales cuando los residuos del fertilizante es vertido por las compañías productoras.

El Cadmio puede ser transportado a grandes distancias cuando es absorbido por el lodo. Este lodo rico en Cadmio puede contaminar las aguas superficiales y los suelos.

El Cadmio es fuertemente adsorbido por la materia orgánica del suelo. Cuando el Cadmio está presente en el suelo este puede ser extremadamente peligroso, y la toma a través de la comida puede incrementar. Los suelos que son ácidos aumentan la toma de Cadmio por las plantas. Esto es un daño potencial para los animales que dependen de las plantas para sobrevivir. El Cadmio puede acumularse en sus cuerpos, especialmente cuando estos comen muchas plantas diferentes. Las vacas pueden tener grandes cantidades de Cadmio en sus riñones debido a esto.

Las lombrices y otros animales esenciales para el suelo son extremadamente sensibles al envenenamiento por Cadmio. Pueden morir a muy bajas concentraciones y esto tiene consecuencias en la estructura del suelo. Cuando las concentraciones de Cadmio en el suelo son altas esto puede influir en los procesos del suelo de microorganismos y amenazar a todo el ecosistema del suelo.

En ecosistemas acuáticos el Cadmio puede bio acumularse en mejillones, ostras, gambas, langostas y peces. La susceptibilidad al Cadmio puede variar ampliamente entre organismos acuáticos. Organismos de agua salada se sabe que son más resistentes al envenenamiento por Cadmio que organismos de agua dulce. Animales que comen o beben Cadmio algunas veces tienen la presión sanguínea alta, daños del hígado y daños en nervios y el cerebro. (BV, 1998-2011)

El valor máximo admisible en el agua según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, es de 0.005 mg/l.

#### 4.3.5 Cromo

Elemento químico, símbolo Cr, número atómico 24, peso atómico 51.996; metal que es de color blanco plateado, duro y quebradizo. Sin embargo, es relativamente suave y dúctil cuando no está tensionado o cuando está muy puro. Sus principales usos son la producción de aleaciones anticorrosivas de gran dureza y resistentes al calor y como recubrimiento para galvanizados.

La gente puede estar expuesta al Cromo a través de respirarlo, comerlo o beberlo y a través del contacto con la piel con Cromo o compuestos del Cromo. El nivel de Cromo en el aire y el agua es generalmente bajo. En agua para beber el nivel de Cromo es usualmente bajo como en el agua de pozo, pero el agua de pozo contaminada puede contener el peligroso Cromo (VI); Cromo hexavalente. Para la mayoría de la gente que come comida que contiene Cromo III es la mayor ruta de entrada de Cromo, como Cromo III ocurre naturalmente en muchos vegetales, frutas, carnes, levaduras y granos. Varias maneras de preparación de la comida y almacenaje pueden alterar el contenido de Cromo en la comida. Cuando la comida es almacenada en tanques de acero o latas las concentraciones de Cromo pueden aumentar. El Cromo III es un nutriente esencial para los humanos y la falta de este puede causar condiciones del corazón, trastornos metabólicos y diabetes. Pero la toma de mucho Cromo III puede causar efectos sobre la salud también, por ejemplo erupciones cutáneas.

El Cromo (VI) es un peligro para la salud de los humanos, mayoritariamente para la gente que trabaja en la industria del acero y textil. La gente que fuma tabaco también puede tener un alto grado de exposición al Cromo. El Cromo (VI) es conocido porque causa varios efectos sobre la salud. Cuando es un compuesto en los productos de la piel, puede causar reacciones alérgicas,

como es erupciones cutáneas. Después de ser respirado el Cromo (VI) puede causar irritación del nariz y sangrado de la nariz. Otros problemas de salud que son causados por el Cromo (VI) son:

Erupciones cutáneas, malestar de estómago y úlceras, problemas respiratorios, debilitamiento del sistema inmune, daño en los riñones e hígado, alteración del material genético, cáncer de pulmón, muerte. (BV, 1998-2011)

El valor máximo admisible en el agua según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, es de 0.05 mg/l.

#### 4.3.6 Mercurio.

Elemento químico, símbolo Hg, número atómico 80 y peso atómico 200.59, es un líquido blanco plateado a temperatura ambiente (punto de fusión  $-38.4^{\circ}\text{C}$  o  $-37.46^{\circ}\text{F}$ ); ebulle a  $357^{\circ}\text{C}$  ( $675.05^{\circ}\text{F}$ ) a presión atmosférica. Es un metal noble, soluble únicamente en soluciones oxidantes. El mercurio sólido es tan suave como el plomo. El metal y sus compuestos son muy tóxicos. El Mercurio es un elemento que puede ser encontrado de forma natural en el medio ambiente. Puede ser encontrado en forma de metal, como sales de Mercurio o como Mercurio orgánico.

El Mercurio metálico es usado en una variedad de productos de las casas, como barómetros, termómetros, bombillas fluorescentes. El Mercurio en estos mecanismos está atrapado y usualmente no causa ningún problema de salud. De cualquier manera, cuando un termómetro se rompe una exposición significativamente alta al Mercurio ocurre a través de la respiración, esto ocurrirá por un periodo de tiempo corto mientras este se evapora. Esto puede causar efectos dañinos, como daño a los nervios, al cerebro y riñones, irritación de los pulmones, irritación de los ojos, reacciones en la piel, vómitos y diarreas.

El Mercurio no es encontrado de forma natural en los alimentos, pero este puede aparecer en la comida así como ser expandido en las cadenas alimentarias por pequeños organismos que son consumidos por los humanos, por ejemplo a través de los peces. Las concentraciones de Mercurio en los peces usualmente exceden en gran medida las concentraciones en el agua donde viven. Los productos de la cría de ganado pueden también contener eminentes cantidades de Mercurio. El Mercurio no es comúnmente encontrado en plantas, pero este puede entrar en los cuerpos humanos

a través de vegetales y otros cultivos. Cuando los químicos que contienen Mercurio son aplicados en la agricultura.

El Mercurio tiene un número de efectos sobre los humanos, que pueden ser todos simplificados en las siguientes principalmente:

1. Daño al sistema nervioso, daño a las funciones del cerebro, daño al ADN y cromosomas, reacciones alérgicas, irritación de la piel, cansancio, y dolor de cabeza, efectos negativos en la reproducción, daño en el esperma, defectos de nacimientos y abortos.
2. El daño a las funciones del cerebro puede causar la degradación de la habilidad para aprender, cambios en la personalidad, temblores, cambios en la visión, sordera, incoordinación de músculos y pérdida de la memoria. Daño en el cromosoma y es conocido que causa mongolismo. (BV, 1998-2011)

El valor máximo admisible en el agua según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, es de 0.001 mg/l.

#### 4.3.7 Níquel.

Símbolo Ni, número atómico 28, metal duro, blanco plateado, dúctil y maleable. La masa atómica del níquel presente en la naturaleza es 58.71. El níquel es un elemento que ocurre en el ambiente sólo en muy pequeños niveles. Los humanos usan el níquel para muchas aplicaciones diferentes. La aplicación más común del níquel es el uso como ingrediente del acero y otros productos metálicos. Este puede ser encontrado en productos metálicos comunes como es la joyería.

Los alimentos naturalmente contienen pequeñas cantidades de níquel. El chocolate y las grasas son conocidos por contener altas cantidades. El níquel es tomado y este aumentará cuando la gente come grandes cantidades de vegetales procedentes de suelos contaminados. Es conocido que las plantas acumulan níquel y como resultado la toma de níquel de los vegetales será eminente. Los fumadores tienen un alto grado de exposición al níquel a través de sus pulmones. Finalmente, el níquel puede ser encontrado en detergentes. Los humanos pueden ser expuestos al níquel al respirar el aire, beber agua, comer comida o fumar cigarrillos. El contacto de la piel con suelo contaminado por níquel o agua puede también resultar en la exposición al níquel. En pequeñas

cantidades el níquel es esencial, pero cuando es tomado en muy altas cantidades este puede ser peligroso para la salud humana.

La toma de altas cantidades de níquel tienen las siguientes consecuencias:

Elevadas probabilidades de desarrollar cáncer de pulmón, nariz, laringe y próstata, enfermedades y mareos después de la exposición al gas de níquel, embolia de pulmón, fallos respiratorios, defectos de nacimiento, asma y bronquitis crónica, reacciones alérgicas como son erupciones cutáneas, mayormente de las joyas, desordenes del corazón. (BV, 1998-2011)

El valor máximo admisible en el agua según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, es de 0.02 mg/l.

#### 4.3.8 Plomo.

El cuerpo humano contiene aproximadamente 120 mg de plomo. Alrededor del 10-20% del plomo es absorbido por los intestinos. Los síntomas de la exposición al plomo incluyen cólicos, pigmentación de la piel y parálisis. Generalmente los efectos del envenenamiento por plomo son neurológicos. El plomo orgánico causa necrosis de neuronas. El plomo inorgánico crea degeneración axónica. Ambas especies de plomo causan edema cerebral y congestión. Los compuestos orgánicos del plomo se absorben rápidamente y por lo tanto suponen un mayor riesgo. Los compuestos orgánicos del plomo pueden ser cancerígenos. Las mujeres son generalmente más susceptibles al envenenamiento que los hombres. El plomo causa alteraciones menstruales, infertilidad y aumenta el riesgo de aborto. Los fetos son más susceptibles al envenenamiento por plomo que las madres, e incluso los fetos protegen a la madre del envenenamiento por plomo. En tiempos pasados el plomo se aplicaba como medida del control de la natalidad, por ejemplo como espermicida y para inducir el aborto.

Los niños absorben mayores cantidades de plomo por unidad de masa corporal que los adultos (hasta un 40%). Por lo tanto los niños son generalmente más susceptibles al envenenamiento por plomo que los adultos. Los síntomas incluyen inferiores CI, cambios de comportamiento y desorden en la concentración. El plomo se acumula en los tejidos, el tipo más severo de envenenamiento causa encefalopatía. La toxicidad del plomo tiene lugar cuando los iones de

plomo reaccionan con grupos tiol en proteínas, como enzimas, y éstas se quedan activadas. Además el plomo puede interactuar con otros iones metálicos.

La eliminación de plomo en el agua se lleva a cabo mediante coagulación, filtración de arena e intercambio iónico. Adicionalmente, pueden aplicarse tecnologías de carbón activo y ósmosis inversa. (Lenntech BV, 1993)

El valor máximo admisible en el agua según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, es de 0.005 mg/l.

#### 4.3.9 Selenio.

Elemento químico, símbolo Se, número atómico 34 y peso atómico 78.96. Sus propiedades son semejantes a las del telurio.

El selenio arde en el aire con una flama azul para dar dióxido de selenio,  $\text{SeO}_2$ . El elemento también reacciona directamente con diversos metales y no metales, entre ellos el hidrógeno y los halógenos. Los ácidos no oxidantes, no reaccionan con el selenio;

pero el ácido nítrico, el ácido sulfúrico concentrado y los hidróxidos alcalinos fuertes lo disuelven.

El único compuesto importante del selenio con hidrógeno es el seleniuro de hidrógeno,  $\text{H}_2\text{Se}$ , gas venenoso incoloro e inflamable con un olor desagradable, gran toxicidad y estabilidad térmica menor que la del sulfuro de hidrógeno. Disuelto en agua, el seleniuro de hidrógeno puede precipitar muchos iones de metales pesados como seleniuros muy poco solubles. Los humanos pueden estar expuestos al selenio de varias formas diferentes. La exposición al selenio tiene lugar bien a través de la comida o el agua, o cuando nos ponemos en contacto con tierra o aire que contiene altas concentraciones de selenio. Esto no es muy sorprendente, porque el selenio se da naturalmente en el medio ambiente de forma muy amplia y está muy extendido.

La exposición al selenio tiene lugar principalmente a través de la comida, porque el selenio está presente naturalmente en los cereales y la carne. Los humanos necesitan absorber ciertas cantidades de selenio diariamente, con el objeto de mantener una buena salud. La comida normalmente contiene suficiente selenio para prevenir las enfermedades causadas por su carencia.



La toma de selenio a través de la comida puede ser más elevada de lo normal en muchos casos, porque en el pasado se aplicaron muchos fertilizantes ricos en selenio en los cultivos.

Las personas que viven cerca de lugares donde hay residuos peligrosos experimentarán una mayor exposición a través del suelo y del aire. El selenio procedente de cultivos y de lugares donde hay residuos peligrosos acabará en las aguas subterráneas o superficiales por irrigación. Este fenómeno hace que el selenio acabe en el agua potable local, de forma que la exposición al selenio a través del agua aumentará temporalmente. Las personas que trabajan en las industrias del metal, industrias recuperadoras de selenio e industrias de pintura también tienden a experimentar una mayor exposición al selenio, principalmente a través de la respiración. El selenio es liberado al aire a través de la combustión de carbón y aceite.

Las personas que comen muchos cereales que crecen cerca de las industrias pueden experimentar una mayor exposición al selenio a través de la comida. La exposición al selenio a través del agua potable puede ser aumentada cuando el selenio de la eliminación de residuos peligrosos termina en los pozos de agua.

La exposición al selenio a través del aire suele ocurrir en el lugar de trabajo. Puede provocar mareos, fatiga e irritaciones de las membranas mucosas. Cuando la exposición es extremadamente elevada, puede ocurrir retención de líquido en los pulmones y bronquitis.

La toma de selenio a través de la comida es normalmente lo suficientemente grande como para satisfacer las necesidades humanas; la escasez raramente ocurre. Cuando hay escasez puede que las personas experimenten problemas de corazón y musculares. Cuando la toma de selenio es demasiado grande es probable que se presenten efectos sobre la salud. La gravedad de estos efectos depende de las concentraciones de selenio en la comida y de la frecuencia con que se tome esa comida.

Los efectos sobre la salud de las diversas formas del selenio pueden variar de pelo quebradizo y uñas deformadas, a sarpullidos, calor, hinchamiento de la piel y dolores agudos. Cuando el selenio acaba en los ojos las personas experimentan quemaduras, irritación y lagrimeo.

El envenenamiento por selenio puede volverse tan agudo en algunos casos que puede incluso causar la muerte.

La sobre-exposición a vapores de selenio puede producir acumulación de líquido en los pulmones, mal aliento, bronquitis, neumonía, asma bronquítica, náuseas, escalofríos, fiebre, dolor de cabeza, dolor de garganta, falta de aliento, conjuntivitis, vómitos, dolores abdominales, diarrea y agrandamiento del hígado. El selenio es irritante y sensibilizador de los ojos y del sistema respiratorio superior.

La sobre-exposición puede resultar en manchas rojas en las uñas, dientes y pelo. El dióxido de selenio reacciona con la humedad para formar ácido selénico, que es corrosivo para la piel y ojos.

Carcinogenicidad: La Agencia Internacional de la Investigación del Cáncer (IARC) ha incluido al selenio dentro del grupo 3 (el agente no es clasificable en relación a su carcinogenicidad en humanos). (BV, 1998-2011)

El valor máximo admisible en el agua según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, es de 0.01mg/l.

#### 4.3.10 Zinc.

Elemento químico de símbolo Zn, número atómico 30 y peso atómico 65.37. Es un metal maleable, dúctil y de color gris. El Zinc es una sustancia muy común que ocurre naturalmente. Muchos alimentos contienen ciertas concentraciones de Zinc. El agua potable también contiene cierta cantidad de Zinc. La cual puede ser mayor cuando es almacenada en tanques de metal. Las fuentes industriales o los emplazamientos para residuos tóxicos pueden ser la causa del Zinc en el agua potable llegando a niveles que causan problemas.

El Zinc es un elemento traza que es esencial para la salud humana. Cuando la gente absorbe pocas cantidades de Zinc estos pueden experimentar una pérdida del apetito, disminución de la sensibilidad, el sabor y el olor. Pequeñas llagas, y erupciones cutáneas. La acumulación del Zinc puede incluso producir defectos de nacimiento.

Incluso los humanos pueden manejar proporcionalmente largas cantidades de Zinc, demasiada cantidad de Zinc puede también causar problemas de salud eminentes, como es úlcera de

estómago, irritación de la piel, vómitos, náuseas y anemia. Niveles alto de Zinc pueden dañar el páncreas y disturbar el metabolismo de las proteínas, y causar arterioesclerosis. Exposiciones al clorato de Zinc intensivas pueden causar desordenes respiratorios.

En el ambiente de trabajo el contacto con Zinc puede causar la gripe conocida como la fiebre del metal. Esta pasará después de dos días y es causada por una sobre sensibilidad. El Zinc puede dañar a los niños que no han nacido y a los recién nacidos. Cuando sus madres han absorbido grandes concentraciones de Zinc los niños pueden ser expuestos a éste a través de la sangre o la leche de sus madres. (BV, 1998-2011)

El valor máximo admisible en el agua según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, es de 3.00 mg/l.

## 5. Áreas que intervienen en el proceso.

En el proceso de purificación de agua, intervienen las áreas de materia prima, mantenimiento de maquinaria y equipo y el área de personal. A continuación se explicará cada una de ellas.

### 5.1 Materia prima.

Se define como materia prima todos los elementos que se incluyen en la elaboración de un producto. La materia prima es todo aquel elemento que se transforma e incorpora en un producto final. La materia prima es quizás uno de los elementos más importantes a tener en cuenta para el manejo del costo final de un producto. El valor del producto final, está compuesto en buena parte por el valor de las materias primas incorporadas. Igualmente, la calidad del producto depende en gran parte de la calidad misma de las materias primas. (Gerencie, 2011)

Según se ha citado, la materia prima son todos los componentes que se utilizan en la fabricación de un producto para crear un producto nuevo. Este nuevo producto está compuesto por varios subprocesos hasta lograr el producto terminado. Además, es uno de los factores más importantes para calcular el costo de producción y la calidad del producto final está directamente relacionada con la calidad de la materia prima que se adquirió.

Kauro Ishikawa (1997), define Calidad de la siguiente manera: “Practicar el control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor. Para alcanzar esta meta, es preciso que en la empresa todos promuevan y participen en el control de calidad, incluyendo en esto a los altos ejecutivos así como a todas las divisiones de la empresa y a todos los empleados.”

Es evidente, entonces, que la calidad no es un área independiente en la organización, sino que es parte fundamental en cada área y requiere la participación de todos los integrantes de la empresa. Para mantener la calidad en el producto final debemos analizar si se está recibiendo la materia prima, el agua, al mejor precio, en la mejor condición, si el proveedor entrega la mercancía según las especificaciones señaladas, y en el plazo acordado, si han tenido problemas durante la producción debido a la materia prima y si existen quejas del consumidor referentes a la materia prima.

Aplicando el concepto de calidad desde la materia prima, en la Empresa Suplidora Matagalpa, se debe analizar si se está recibiendo la materia prima, el agua, al mejor precio, si proviene de la fuente que preferimos, si siempre es suministrada a la empresa, y si cumple con los parámetros de calidad que la definen como agua potable.

En la Empresa Suplidora Matagalpa, es agua potable de buena calidad, porque proviene de la fuente que la empresa ha seleccionado, la del sector de Molino Norte, que es agua pura, y fresca de las montañas. La califican como muy buena, y la reciben conforme a las especificaciones establecidas.

## 5.2 Mantenimiento de maquinaria y equipo.

Aunque a corto plazo pueden representar un fuerte desembolso de dinero, a mediano y largo plazo significarán una mayor eficacia y eficiencia en nuestro trabajo. Los empresarios saben que adquirir maquinaria y equipo modernos, aumenta la potencialidad de su empresa, tanto en lo que se refiere a la cantidad de artículos producidos, como a la calidad de los mismos.

Máquinas que se descomponen con frecuencia, reducen la productividad de la empresa y en ocasiones son la causa de los defectos de nuestro producto. El ritmo sostenido de producción, con

altos niveles de calidad, se logra cuando se prevén acciones de mantenimiento que eviten el deterioro de la maquinaria y equipo. (Nacional Financiera, 2004)

Pensar en la inversión de adquirir una nueva y moderna maquinaria representa, a corto plazo un gasto muy grande, pero si se piensa en el futuro, en los próximos años la maquinaria podría satisfacer el aumento en la demanda, con mayor eficacia y eficiencia, lo que permitiría ser una empresa más competitiva. Es importante saber si en la empresa se hace un mantenimiento continuo y adecuado, con qué frecuencia se descompone, si el personal está capacitado para operar y hacer reparaciones a la maquinaria y equipo, y cómo determinan si el equipo está en buenas condiciones.

Para evitar retrasos por desperfectos y preservar la vida útil de las máquinas, que pueden afectar directamente el producto, se debe planificar y ejecutar un plan de mantenimiento preventivo, y correctivo cuando lo amerite.

En la empresa existe el mantenimiento de equipos de carácter preventivo, para evitar los correctivos (que generalmente son más costosos), pero no todo el personal está capacitado para realizarlo, pues cada trabajador tiene una función diferente.

Determinan el desgaste de los microfiltros por medio de un manómetro que indica la presión del agua, con el filtro de carbón se hace una prueba de rotación de sustancias químicas, orgánicas, y se compara el diámetro inicial con el diámetro final del carbón granulado. El semi-mantenimiento consiste en dejar pasar por los filtros una solución de agua saturada de cloro a 400 ppm, a la inversa, este se realiza cuando se han filtrado 24,000 galones de agua. Cuando se hayan procesado 96,000 galones se hace el mantenimiento, dónde se desarmen los filtros por completo y se lavan, desinfectándolos (el filtro y porta filtros), y revisando minuciosamente los equipos y accesorios. Seguidamente, se procede a corregir las fallas, reemplazando los equipos cuya vida útil haya caducado, por ejemplo: lámparas UV cada año, cartuchos 5 micras cada mes, bombas cuando sufren desperfectos, y cambios de balineras, choques rotativos, entre otros.

### 5.3 Área de personal.

La colaboración de los recursos humanos para el logro de los propósitos de la empresa es fundamental. En muchas ocasiones confundimos como actitudes opositoras a lo que sólo es

ignorancia, respecto de lo que se espera de ellos. Lograr que nuestros empleados estén debidamente capacitados redundará en beneficios constantes. (Nacional Financiera, 2004)

En relación con el área de personal se deben tomar en cuenta las siguientes normas:

1. Debe hacerse una adecuada selección del personal.
2. Los empleados deben conocer los propósitos de la empresa.
3. Los empleados deben conocer las normas de calidad.
4. Los empleados deben tener una capacitación adecuada para el logro de las normas de calidad.
5. Corregir de inmediato los errores.
6. Atender las sugerencias de los empleados relacionadas con la calidad del producto. (Nacional Financiera, 2008)

El factor más importante para la empresa debe ser el recurso humano, pues es por medio de los trabajadores que se logran los objetivos de la organización. Estos objetivos solo se lograrán si los empleados los conocen y son capacitados constantemente.

En otras palabras si los vendedores conocen la información que le pueden facilitar al cliente, o si el resto de los trabajadores conocen los objetivos de la empresa, si saben lo que significa elaborar productos de calidad, las normas para lograrlo, si saben las normas de producción, si los trabajadores opinan y participan y su opinión es tomada en cuenta.

## 6. Parámetros Físicos del agua purificada.

Existen una serie de parámetros acerca de las propiedades físicas del agua, establecidos por el Ministerio de Salud y la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, que permiten el aseguramiento del agua de consumo. Estos parámetros son: dureza, turbidez y ph.

### 6.1 Dureza

La dureza es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio. La mayoría de los suministros de agua potable tienen un promedio de 250 mg/l de dureza. Niveles superiores a 500 mg/l son indeseables para uso doméstico.

La dureza es caracterizada comúnmente por el contenido de calcio y magnesio expresada como carbonato de calcio equivalente. (Water Treatment Solution, 1994)

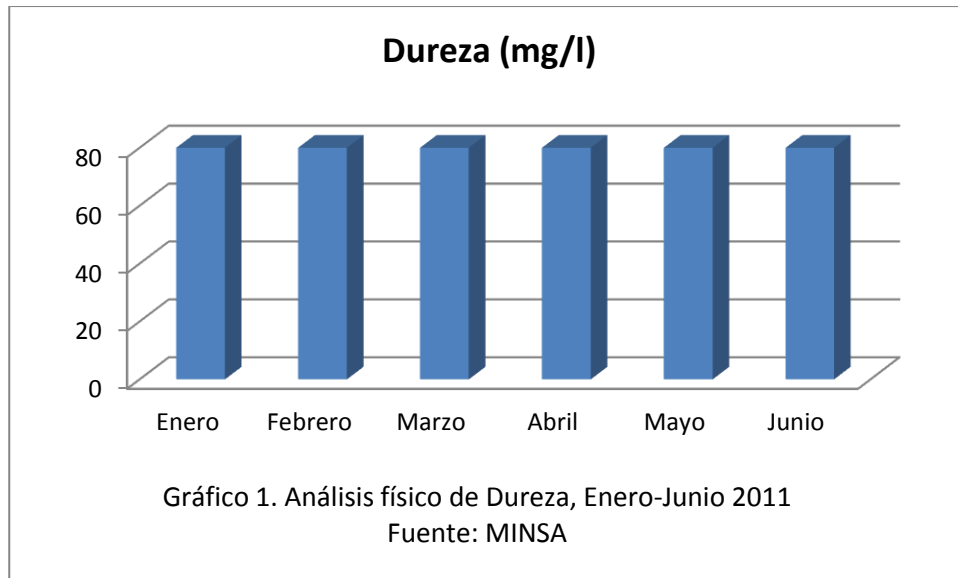
#### Interpretación de la Dureza:

Dureza como CaCO <sub>3</sub>	Interpretación
0-75	agua suave
75-150	agua poco dura
150-300	agua dura
> 300	agua muy dura

La dureza se presenta cuando los minerales magnesio y calcio se disuelven en el agua. Este parámetro puede variar dependiendo del sitio de donde proviene el vital líquido. El agua utilizada en la Empresa Suplidora Matagalpa es proveniente de la fuente superficial Molino Norte, y se considera agua blanda o suave. La dureza depende de las formaciones geológicas con las que el agua ha estado en contacto, se originan en áreas donde la capa superficial del suelo es gruesa y contiene formaciones de piedra caliza.

“La dureza no afecta a la salud humana, existen personas que toleran perfectamente agua con más de 500 mg/L”, (Dirección General de Salud Ambiental, 2010)

El agua dura es indeseable para el uso doméstico porque en concentraciones mayores a 200 mg/L puede afectar las tuberías, calentadores de agua y lavaplatos.



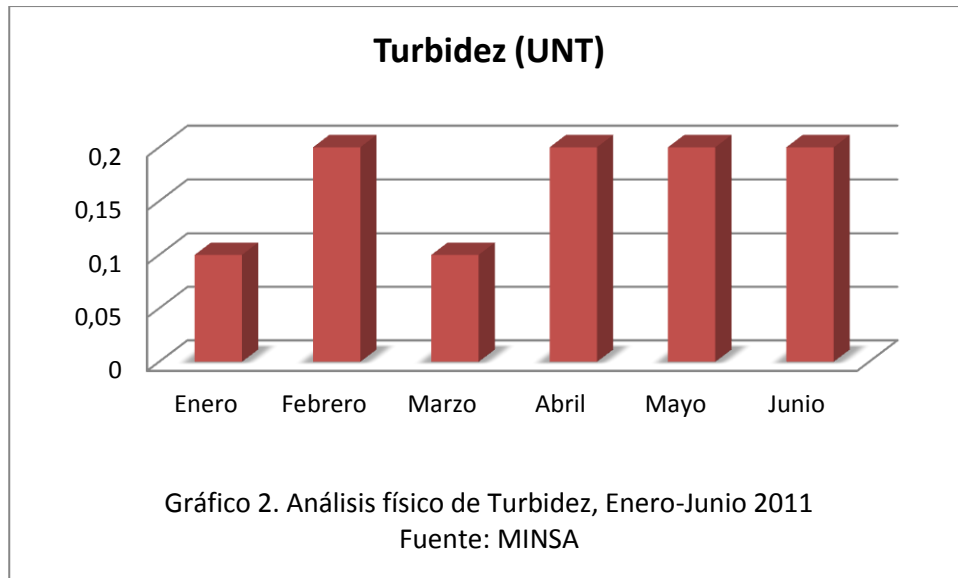
*Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, especificaciones de calidad Sanitaria, la dureza debe de ser de 400mg/lcaCo3 para la fuente de captación de agua provenientes de la Empresa nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (ENACAL,) como se puede observar en la gráfica el agua tiene 80(mg/l), lo que significa que el agua es poco dura y aceptable para purificarla, por lo tanto está cumpliendo con la normativa de calidad antes mencionada.*

## 6.2 Turbidez

Es la capacidad del agua de transmitir la luz, esto depende de la cantidad de partículas que están suspendidas, mientras menos partículas haya más cristalina será el agua.

El agua debe ser transparente, pero pequeñas cantidades de sustancias suspendidas le pueden dar opacidad, en principio no es perjudicial para la salud, pero la puede hacer rechazable. Si la turbidez procede de hongos, detritus la harán sospechosa para el consumo. El grado de turbidez da idea de los procesos de coagulación, decantación y filtración que se han realizado para preparar el agua para el consumo. (Lenntech BV, 1998-2011)



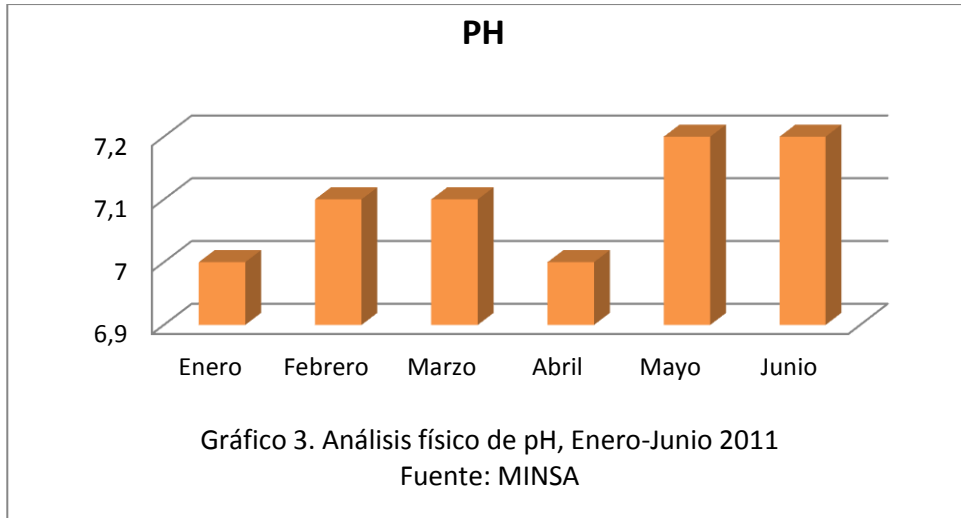


*Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, la turbidez del agua debe de tener como valor máximo admisible 1 UNT. Como se puede observar en la gráfica la turbidez varia pero dentro de los límites establecidos, puesto que en ninguno de los meses se sobrepasó el límite. Significa que la turbidez del agua es aceptable, según las muestras tomadas en estos meses.*

### 6.3 Ph

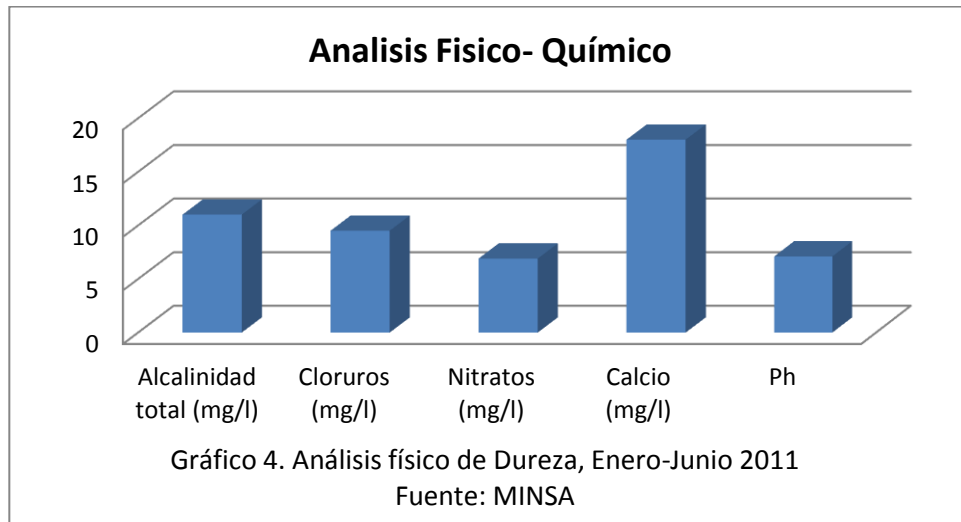
La calidad del agua y el ph son a menudo mencionados en la misma frase. El ph es un factor muy importante, porque determinados procesos químicos solamente pueden tener lugar a un determinado ph. Por ejemplo, las reacciones del cloro solo tienen lugar cuando el ph tiene un valor de entre 6,5 y 8.5.

El ph es un indicador de la acidez de una sustancia y puede variar entre 0 y 14. Cuando el ph de una sustancia es mayor de 7, es una sustancia básica. Cuando el ph de una sustancia está por debajo de 7, es una sustancia ácida. Cuanto más se aleje el ph por encima o por debajo de 7, más básica o ácida será la solución. (Water Treatment Solution, 1994)



Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, especificaciones de calidad Sanitaria, el Ph debe de ser entre 6.5 y 8.5, para el agua terminada. En el grafico se observan las variaciones. Se puede observar que el Ph está cumpliendo con los límites establecidos en la norma. Las muestras analizadas en estos meses permiten comprobar que la empresa está purificando el agua cumpliendo con estos parámetros, ofreciéndoles así a los consumidores un producto de calidad.

#### 6.4 Análisis Físico-Químico



*El análisis físico-químico que realizó el Ministerio de salud al producto terminado se obtuvo los siguientes resultados:*

*El valor de la alcalinidad total es de 11 mg/l, el de nitratos es de 6.9, calcio es de 18, pH es de 7.1, cloruros es de 9.5 Este tipo de exámenes se realiza una vez cada 6 meses y se evalúan los parámetros que están presente en el agua. Se puede observar que los resultados están bajo control, comparando los resultados con la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada y se puede concluir que el agua está purificada en la Empresa Suplidora Matagalpa está cumpliendo con las especificaciones exigidas por el MINSA, y por lo tanto es un producto confiable.*

## 7. Análisis y discusión de resultados

### 7.1 Historia de la Empresa Suplidora Matagalpa

La Empresa Suplidora Matagalpa está ubicada en la ciudad de Matagalpa, de los semáforos del Parque Darío, 3 cuadras al oeste. Fue fundada en 1991, y hace 20 años está participando en el mercado local. Su representante legal es la Señora Edda Amador Pineda. En la empresa se cuenta con 24 trabajadores, todos muy importantes en para su funcionamiento.

El producto que se ofrece es agua purificada, bajo el nombre “Agua Ultra Purificada del Norte”, se ofrece en presentaciones de botellón (19lts.), botella descartable 1.5 litros, 500 ml, 1 galón (3.78 litros) y bolsitas 200 ml.

El agua es para todo tipo de clientes y de todas las edades, ya que es un producto de consumo masivo. Los compradores y consumidores son mujeres, hombres y niños. El agua se distribuye en los Municipios de Matagalpa, Ciudad Darío, Sébaco, San Isidro, Esquipulas, la Dalia, Muy Muy, Jinotega, y El Cua. Utilizando cinco camiones repartidores para satisfacer la demanda promedio que es de 4 mil galones de agua. Se producen, aproximadamente, 20 mil bolsitas de agua y 400 botellones, diariamente.

El Agua Ultra Purificada del Norte, es sometida a un proceso de pretratamiento, tratamiento, y ultra tratamiento, utilizando sistemas de sedimentación y cloración, filtración (arena sílica, carbón activado, micro filtración), rayos ultravioletas y ozonificación.

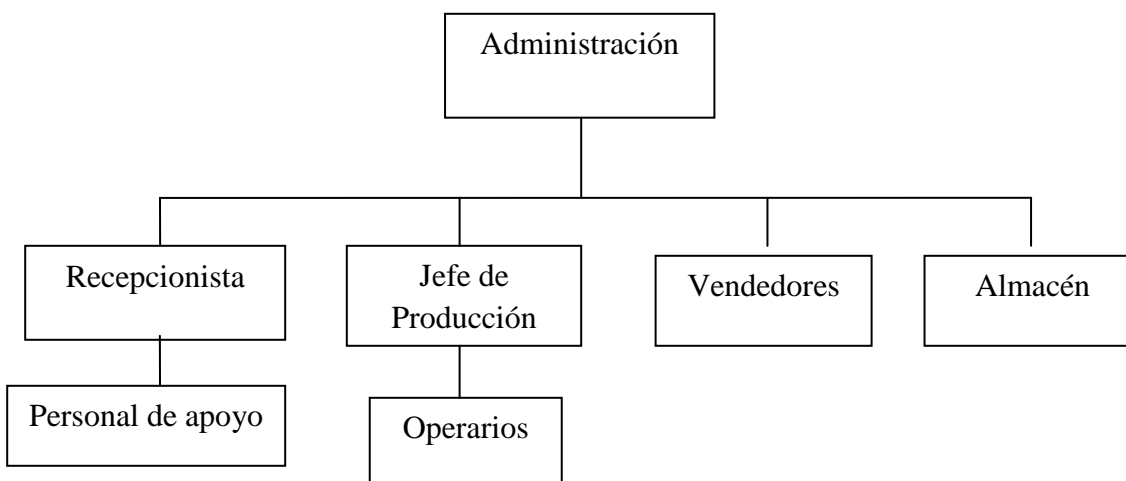
Se inicia con el estudio del agua proveniente de la Empresa Aguadora de Matagalpa, de la fuente Molino Norte, ubicada a una altura de 1,400 msnm (metros sobre el nivel del mar). Se deposita en 3 pilas de almacenamiento, que tienen una capacidad de 10 mil, 1,500 y 1,000 galones, respectivamente. Se realiza el análisis físico-químico interno. A continuación se efectúa el proceso de sedimentación, cloración, filtración, rayos UV, finalizando el proceso con el sistema de ozonificación.

La capacidad instalada de la empresa, es de cinco filtros de arena sílica, los filtros de carbón activado, ocho microfiltros (seis de ellos conectados en paralelo y dos en serie), dos lámparas UV y un generador de ozono.

El proveedor del agua es la Empresa Aguadora de Matagalpa, y de los insumos, son Plásticos Modernos, y Sr. Pepe Siura (envases), CUNO (equipos), H&H Manufacturas Químicas y Servicios S.A (productos químicos y de limpieza), y Alkemy (productos de limpieza y desinfección).

La empresa se rige bajo las normas del Ministerio de Salud, y las especificaciones establecidas en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada.

## 7.2 Organigrama Empresa Suplidora Matagalpa

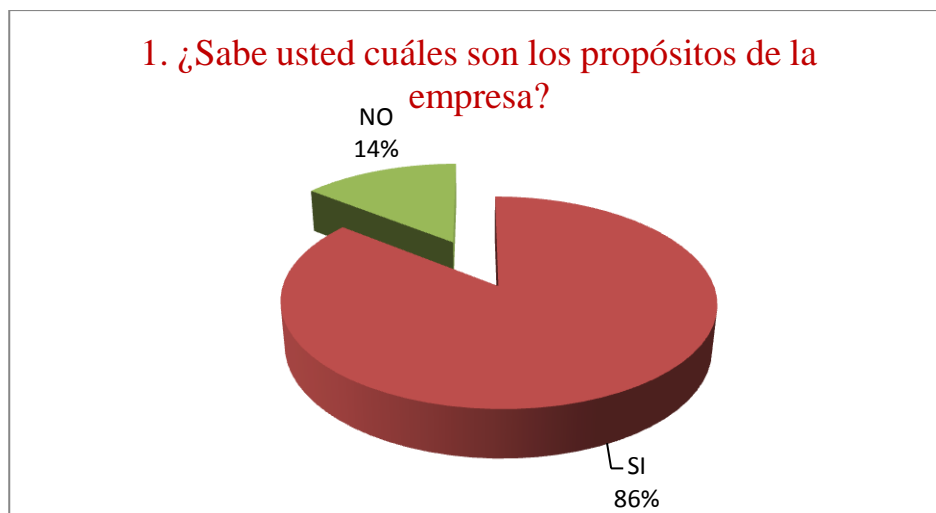


### 7.3 Operarios y calidad

La presente entrevista fue elaborada con el fin de obtener información acerca de los conocimientos que tienen los trabajadores del área de producción de la Empresa Suplidora Matagalpa. Esta fue aplicada a siete trabajadores de esta área, que equivalen al 100% de la población entrevistada. Para cada pregunta se obtuvieron los siguientes resultados:

1. ¿Sabe usted cuáles son los propósitos de la empresa?

A esta interrogante, el 86% contestó que sí sabían cuales eran, y el 14% dijo que no.



La mayoría contestó que sí conocían los propósitos de la empresa, y entre ellos mencionaban satisfacer a los clientes y ofrecer agua de mayor calidad comparada con la competencia para así ganar más consumidores. Lo cual no está lejos de la realidad, pues el principal objetivo de una empresa es satisfacer a los clientes, que son la razón de ser de la empresa, segundo, obtener beneficios financieros para la empresa y sus accionistas, tercero, tener la oportunidad de crecer en el mercado, cuarto, permitir que los empleados gocen del éxito de la empresa, porque como bien se sabe, el factor humano es la pieza clave en el funcionamiento de cualquier organización.

2. ¿Conoce las normas de calidad para purificar el agua?

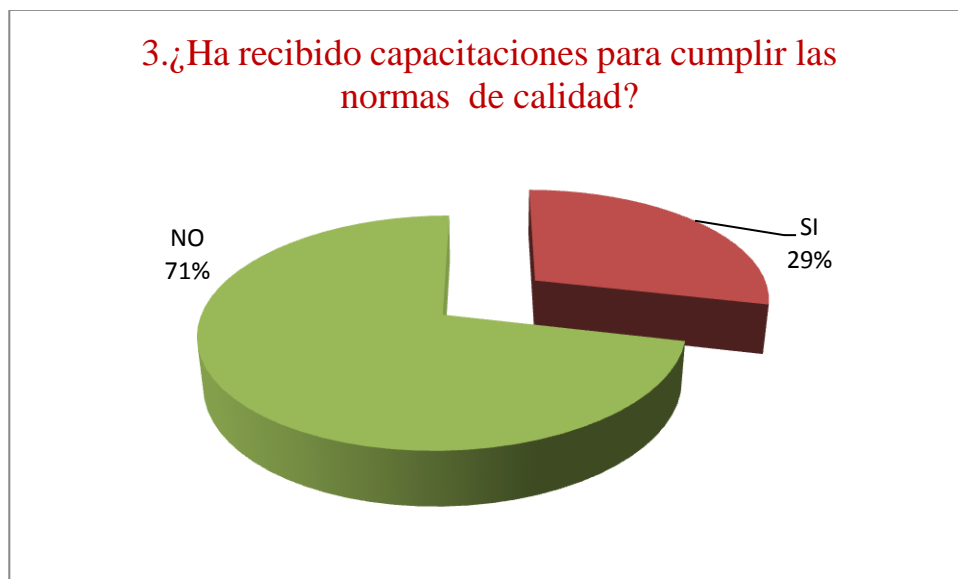
El 86% de los entrevistados afirmó que no conocen las normas de calidad para purificar el agua con las que trabaja la empresa, y el 14% restante dice conocerlas.



El hecho de que la mayoría de los operarios no conozcan las normas de procesamiento no es una situación aislada, y se debe meramente a la cantidad de capacitaciones que se dedican para dar a conocer estas normas. Estas personas se encargan de empacar, etiquetar y almacenar el agua purificada. La persona que conoce las normas es, el encargado de producción. Él mencionó que la empresa se rige bajo las normas del Ministerio de Salud y las especificaciones que establece la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada.

3. ¿Ha recibido capacitaciones para cumplir las normas de calidad?

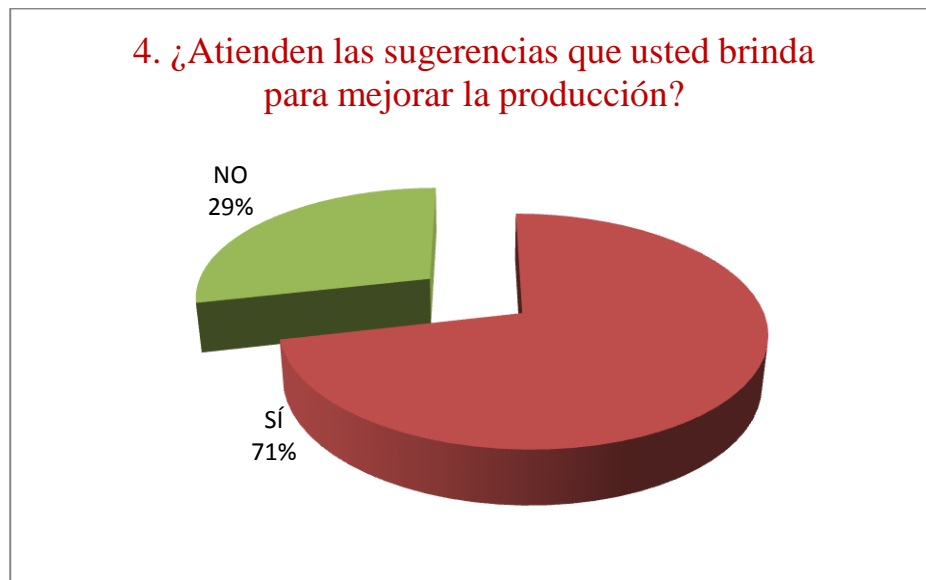
En cuanto a las capacitaciones, el 86% de los operarios dijeron que nunca han recibido algún tipo de capacitación orientada a las normas de calidad, y solamente el 14%, afirma haber recibido.



En esta pregunta, el 86% coincidieron en no haber recibido capacitaciones para cumplir con las normas de calidad y es por esto que las desconocen. En el caso del encargado de producción, él considera que sí ha recibido capacitaciones brindadas por el Ministerio de Salud, y conoce de las normas pues ha estado trabajado en la empresa por casi veinte años.

4. ¿Atienden las sugerencias que usted brinda para mejorar la producción?

La mayoría percibe que se atienden las sugerencias que ellos hacen sobre la producción, pues el 71% afirma que son tomados en cuenta y sólo el 29% está en desacuerdo.



La importancia de atender las sugerencias de los operarios en las decisiones administrativas radica en que ellos conocen lo que realmente sucede en el proceso. Cuáles son las fallas que se producen frecuentemente y las causas de estas. Muchas veces los defectos no tienen su origen en producción sino en la administración, pues es la que se encarga de comprar los insumos. Algunas veces adquiriendo precios más bajos pero recibiendo productos de baja calidad. Es por estas situaciones que es necesario que los empleados se sientan en confianza y valorados para, con un esfuerzo colectivo, sacar adelante la organización.

5. ¿Qué e motiva a elaborar sugerencias para mejorar la calidad de producto?

Según los entrevistados, algunos se sienten motivados a elaborar sugerencias para mejorar la calidad del producto. He aquí algunas de las razones que ellos proponen. El 57% considera que parte de la eficiencia es brindar las sugerencias, pues se sienten comprometidos con la

empresa. El 29% asume que es parte de su responsabilidad notificar cuando algo anda mal, y el 14% prefiere no opinar.



Es importante que los trabajadores se sientan comprometidos con la empresa, y esto solo se logra incentivando al personal desde el punto de vista moral y económico, utilizando el reconocimiento cuando actúan de manera eficiente.

Para cualquier organización es vital que los empleados conozcan los propósitos de la empresa, con qué fin fue creada y bajo qué principios de calidad espera que su producto llegue al consumidor para lograr su satisfacción. Así mismo sea de dominio de todos los trabajadores la orientación de la empresa, a dónde se dirige, qué es lo que les diferencia de los competidores, qué se espera de ella, sin olvidar los valores que la rigen.

Otro aspecto importante que se puede mejorar en la empresa, son las capacitaciones a los trabajadores, pues al fin y al cabo, la capacitación es una inversión. No precisamente tiene que ser un gasto económico exorbitante pues se pueden coordinar charlas con el Ministerio de Salud, con sus mismos proveedores, la gerencia o administración y por qué no, con el mismo responsable de calidad de la empresa. Se deben compartir y transmitir los conocimientos para que el equipo sea eficiente, motivar a trabajadores a participar activamente y brindar soluciones a los problemas que se presentan a diario con el fin de fortalecer la empresa para la plena satisfacción del consumidor.



## 8. Buenas Prácticas de Manufactura

### I. Introducción

En la actualidad, el consumo de los alimentos cuenta con clientes cada vez más estrictos, por lo tanto, las empresas alimentarias deben elaborar sus productos siguiendo rigurosas normas de sanidad, inocuidad y calidad para que sus productos puedan satisfacer los deseos de los consumidores.

Las razones por las cuales los consumidores prefieren el agua embotellada y a su vez, exigen su inocuidad, es por las grandes contaminaciones en el agua potable, el exceso de cloro, sedimentos, y residuos de plaguicidas arrastrados por las corrientes. Todo esto ha sensibilizado a los clientes con respecto a las condiciones en que se produce y comercializa el agua purificada.

Es por esto que muchos países han establecido normas, reglamentos y sistemas que permitan asegurar la inocuidad de los alimentos para el consumo humano.

Aunque existen muchos tipos de certificaciones, algunas de las cuales son privadas y de un alto costo de implementación, las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) favorecen los reconocimientos del mercado, y promueven la calidad superior del producto a través de sellos que indican un significado de valor.

El implemento de esta guía facilitará la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura en la Empresa Suplidora Matagalpa en el futuro, y también asegurara que el agua que se purifica en la empresa esté libre de todo contaminante, no solo porque está sometida a un riguroso proceso de purificación, sino que, tomara el producto en las manos del consumidor como la última etapa hacia el producto terminado, incluyendo y monitoreando cada variable que interviene en el proceso de purificación para garantizar la inocuidad del agua.

## 8.1 Proyecto y construcción de las instalaciones

En esta sección se abordaran los aspectos relacionados con la ubicación, construcción y diseño que deben de tener los edificios, los equipos, las instalaciones, el área de procesamiento, desde el punto de vista sanitario para reducir al máximo la contaminación proveniente del exterior y facilitar las labores de limpieza y desinfección.

### 8.1.1 Ubicación

La ubicación debe considerar el entorno, el cual no debe influir de manera adversa en el proceso de manufactura. (Díaz, 2009)

Las instalaciones deben estar ubicadas en un lugar donde el entorno no influya de manera adversa al proceso de purificación. ¿Cuándo se considera un entorno adverso?, cuando las instalaciones están ubicadas en zonas expuestas a inundaciones, en las cercanías existen rellenos sanitarios o actividades industriales que emitan contaminantes hacia las sala de purificación.

En este caso la ubicación de la planta no es la más adecuada pues está en zona vulnerable a desastres naturales (inundaciones, derrumbes), por esto, es imprescindible tener establecidas y señaladas las rutas de evacuación para poder evacuar al personal en casos de emergencia.

### 8.1.2 Construcción y disposición de las instalaciones

El diseño y los materiales de construcción de las instalaciones influyen en las condiciones sanitarias y estas últimas en los alimentos que allí se procesen. La infraestructura debe reducir la posibilidad de ingreso de contaminación externa al edificio; por ejemplo, polvo, aire contaminado y plagas, principalmente. (Díaz, 2009)

El área de procesamiento del agua cuenta con una la entrada principal que está protegida por una malla que evita que insectos y roedores se introduzcan a la planta. Además el área de empaque está construida con cerámica que permite hacer la limpieza más fácil y efectiva.

La disposición interna de las instalaciones debe facilitar la aplicación de buenas prácticas de higiene, en particular de medidas que protejan contra la contaminación de las materias primas y productos durante las labores de manufactura. (Díaz, 2009)

En la parte interna, se deben proteger los insumos, como botellas, bidones, galones, bolsas, los microfiltros para evitar la contaminación durante el proceso de purificación. Esto se puede lograr adquiriendo mobiliario adecuado para organizar y guardar estos materiales.

### 8.1.3 Estructuras internas y mobiliario

La estructura interna de las instalaciones debe estar sólidamente construida, con materiales fáciles de limpiar, desinfectar, manejar, y es importante comprobar que las superficies y el suelo no absorban ni retengan agua, que no hayan grietas o rugosidades pues puedan generar sustancias tóxicas o impurezas hacia los alimentos. (Díaz, 2009)

En el área de empaque, las paredes cuentan con ladrillos de cerámica facilitando la limpieza adecuada.

En este particular la empresa cuenta con instalaciones apropiadas, pues están hechas de cerámica hasta una altura adecuada, aproximadamente 1,80 mts desde el piso, las superficies de las paredes, en el área de filtración, tienen un acabado liso y están pintadas con pintura impermeabilizante. No obstante, en el área de empaque de agua de bolsita, se pueden ver deficiencias, pues el agua es manipulada en un área que no cuenta con estas cualidades.

Los suelos o pisos deben construirse de manera que el desagüe y la limpieza sean apropiados. En este caso, como se trata de un proceso húmedo, se recomienda una pendiente de 2 %. Los sumideros deben de tener la pendiente adecuada de drenaje y estar protegidos por rejillas que permitan el flujo de agua pero eviten el ingreso de plagas. (Díaz, 2009)

El área purificación está construida con piso de cemento, a un lado de la sala se encuentra una tarima para estibar el agua, y está hecha con superficie de cerámica. Los pisos están contruidos de forma tal que se favorecen las acciones de limpieza y el desagüe permite la eliminación de los contaminantes del área de purificación, empaque y almacenamiento. (Ver Anexo 6)

Los techos y aparatos elevados, como tuberías, las lámparas UV, los tanques que se encuentren a un nivel más alto que los demás equipos, y deben tener un acabado que evite la acumulación de suciedad y condensación de partículas, pues están ubicados en lugares más difíciles de alcanzar.

Los pasillos deben ser del ancho adecuado y no deben tener ningún tipo de obstrucción para facilitarle a los empleados transitar cómodamente a través de ellos. Las puertas y ventanas deben

de ser fáciles de limpiar, presentar mallas contra insectos, fáciles de limpiar y desmontar. (Díaz, 2009)

La empresa cuenta con este tipo de mallas en el área de purificación, así también se permite la ventilación y la iluminación natural. El techo también permite la iluminación natural pues cuenta con láminas transparentes que permiten reflejar la luz. Los pasillos tienen un ancho de un metro y permite transitar libremente a los empleados siempre y cuando estén despejados

Todas las superficies de trabajo deben de ser sólidas, duraderas y fáciles de limpiar y desinfectar pues son las que están en contacto directo con los alimentos. Deben de ser resistentes a los detergentes y desinfectantes que se utilizan generalmente. (Díaz, 2009)

Como se mencionó antes, las superficies de las instalaciones son adecuadas pues permiten realizar la limpieza de manera satisfactoria.

#### 8.1.4 Instalaciones móviles o distribuidores automáticos

Con instalaciones móviles hacemos referencia a los puntos de venta móviles en los mercados, a los vehículos de venta ambulante, así como a las instalaciones temporales en la que se manipulan alimentos, tales como tiendas de lona o carpas. Estas instalaciones deben estar construidas, a medida de lo posible, de tal manera que se evite la contaminación cruzada del producto y el anidamiento de plagas. (Díaz, 2009)

Estas instalaciones pueden ser los vehículos repartidores de agua. Estos no cuentan con tarimas o cubiertas que aislen el agua de la tina y la protejan de los rayos del sol o del calor del mismo vehículo o cualquier otro tipo de contaminación. Se puede mejorar, ubicando el agua en una tarima y colocándoles a los vehículos carpas que permitan proteger el agua y mantenerla fresca hasta llegar a las manos del consumidor.

Igualmente, durante la venta y manipulación debe controlarse el contacto del agua con la tierra, aguas contaminadas, insectos, roedores, manos y superficies sucias, en especial el agua de bolsita, pues este material y el agua son sensibles al ambiente, es decir, es fácil que el agua tome mal sabor cuando está en contacto con este tipo de contaminantes.

#### 8.1.5 Equipos

Los equipos, recipientes y utensilios que entren en contacto con los alimentos deben estar situados y diseñados de manera que sean fáciles de limpiar, desinfectar y mantener, con el fin de evitar la contaminación de los alimentos. No deben transmitir sustancias extrañas o tóxicas a los alimentos y deben ser de un material duradero; además, su diseño debe permitir que sea desmontable para facilitar el saneamiento y la inspección. (Díaz, 2009)

Todos los equipos permiten ser desmontados para ejecutar el plan de mantenimiento. Aunque es necesario realizar controles periódicos para verificar que no hayan fugas de agua de los filtros o en las llaves de entrada y salida de agua. Los equipos de filtración están elaborados con materiales resistentes y anticorrosivos. Por ejemplo, los filtros de arena están elaborados en acero inoxidable con una capa de pintura anticorrosiva.

Los recipientes para desechos, subproductos o sustancias no comestibles deben estar identificados y ser de materiales impermeables, y las sustancias tóxicas deben estar identificadas y bajo llave para evitar la manipulación accidental de los mismos. De igual manera los productos químicos y de limpieza, deben estar ubicados en un ambiente separado, e identificados y rotulados, preferiblemente de acceso restringido para evitar cualquier accidente. (Díaz, 2009)

Los materiales de los filtros (arena sílica y carbón activado), sulfato de aluminio, carbonato soda, y otros químicos están ubicados en un cubículo, dentro de la planta de procesamiento, en el cual solo el jefe de producción tiene acceso, pues él mantiene la llave.

Si la operación de fabricación así lo requiera deberá efectuarse la calibración periódica de los instrumentos de medición para conocer el estado de los mismos respecto a su exactitud. Cada instrumento de medición deberá tener visible información sobre su calibración (estado del instrumento y fecha próxima de calibración), especialmente importante para los equipos de control u de vigilancia que pueden tener repercusión en la inocuidad de los alimentos. (Díaz, 2009)

Por ejemplo, al momento de medir la cantidad de cloro del agua que entra y sale de la empresa, el clorímetro debe estar inicializado en cero. En este aspecto, la empresa puede mejorar, elaborando fichas de información sobre la calibración de los instrumentos, de igual manera, ubicar en lugares visibles los calendarios de las próximas actividades de mantenimiento, de manera que al momento

de que el encargado falte, cualquiera de los operarios que trabajan en esa área pueda efectuar las estas actividades.

#### 8.1.6 Servicios

En cuanto al abastecimiento de agua, se debe disponer de abastecimiento suficiente y continuo de agua potable, con instalaciones apropiadas de almacenamiento. (Díaz, 2009)

En la empresa se cuenta con pilas receptoras de agua, con capacidad hasta de 10 mil galones, aseguradas con tapas que evitan el contacto del agua con el medio ambiente.

Se debe contar con instalaciones adecuadas para el desagüe y la eliminación de desechos, evitando el riesgo de contaminación del agua potable. Los servicios de higiene personal deben de ser suficientes con respecto a la cantidad de trabajadores de la planta, equipados con estaciones de lavado de manos, retretes de diseños higiénicos (de preferencia no accionados con las manos), y vestuarios adecuados para el personal. (Díaz, 2009)

Al menos una estación de lavado y secado de manos debería estar situada al ingreso de la sala de empaque. Los operarios que empaacan deberían utiliza guantes y mascarillas para evitar que partículas de saliva sean transmitidas al agua purificada.

Las instalaciones, en la empresa, están diseñadas siguiendo la secuencia del proceso. El área de purificación está al inicio de la planta, seguidas por dos áreas de empaque, en una de ellas se empaca el agua con presentaciones de cinco galones, y en la otra, las presentaciones de 500 ml. y 1 ½ litro. Los empaques de agua de bolsita se encuentran en otra área de la empresa, detrás de las oficinas administrativas y el agua purificada se transporta a través de tuberías. Lo ideal sería que la planta de purificación incluya el empaque de bolsitas en su distribución para que la secuencia del proceso sea acertada, y así mismo, se puedan corregir los inconvenientes en el momento en que ocurran, evitando el retraso en la operación. Considerando que las personas que se dedican a empacar, logran empacar 30 bolsitas de agua por minuto, aproximadamente mil ochocientas bolsitas por hora, quiere decir que por una hora que se retrase el proceso, la cantidad agua empacada disminuye considerablemente.

Las paredes pueden cubrirse con pinturas impermeabilizantes y anti hongos y las mesas deben de ser de acero inoxidable para permitir su limpieza. (Díaz, 2009)

En la empresa, las paredes están pintadas con pintura impermeabilizante, y la mesa donde se etiquetan los embases está hecha de acero inoxidable, y contiene los bordes pulidos, que evita accidentes (cortes).

Los equipos son esenciales en la elaboración de alimentos; por eso, es necesario que el fabricante proporcione un programa escrito de mantenimiento preventivo para garantizar que los equipos mantengan un estado adecuado de de operación. (Díaz, 2009)

En este aspecto, es importante que se lleve a cabo el mantenimiento preventivo de cada equipo, (filtros, lámparas UV, ozonificador, hasta las máquinas para sellar los envases) y mantener las fichas del fabricante en un lugar seguro y accesible. Para que los equipos se mantengan en buen estado se debe respetar las mediciones establecidas por los fabricantes y brindar capacitación adecuada a los trabajadores.

En la parte de almacenamiento del agua purificada, es importante no sobrepasar las estibas, para evitar que se maltrate el producto, Según las Buenas Prácticas de Manufactura las estibas deben estar a no menos de 15 cm del piso y a 60 cm o más de del techo.

## 8.2 Control de las operaciones

Esta sección se refiere a las condiciones que deben prevalecer durante la elaboración de los alimentos y la importancia de aplicar sistemas de control eficaces para asegurar la producción de alimentos inocuos y aptos para el consumo humano.

### 8.2.1 Control de tiempo

En todo proceso de manufactura de alimentos, en este caso, agua purificada, se deben propiciar condiciones en las que se reduzca al mínimo la posibilidad de crecimiento de microorganismos y contaminación del agua. Para ejercer un control adecuado es necesario establecer límites tolerables de las variaciones de tiempo, pues así se podrá inspeccionar el agua en intervalos regulares. Estas operaciones que requieren el control del tiempo son, el tiempo que toma pasar el flujo de agua potable de un filtro al otro, el tiempo que tarda en pasar por las cámaras ultravioletas, cada cuanto se genera el ozono, cuánto se debe dejar reposar el agua en la floculación, cloración, estas por citar algunas.

Si se sospecha que el agua a purificar presenta sustancias que no se pueden eliminar en el proceso es mejor rechazarla inmediatamente, por esto, es importante conocer las especificaciones del agua según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada. También deberán efectuarse ensayos de laboratorio y los exámenes necesarios para confirmar la aptitud del agua.

Tanto el diseño del envase como el material de que esté hecho deben proteger al producto de la contaminación, evitar que el producto se dañe y permitir un etiquetado apropiado. (Díaz, 2009)

Los envases deben estar hechos de materiales como polipropileno, son fáciles de limpiar y desinfectar, y propician el etiquetado. Estos envases protegen el agua purificada de cualquier contaminante del ambiente siempre y cuando no sean expuestos a altas temperaturas. El agua de bolsita, es empacada en presentaciones de 200 ml. Este empaque no es muy conveniente pues no protege el agua de olores fuertes. Muchas veces este tipo de agua adquiere el sabor de productos que se encuentran en el mismo lugar de refrigeración. (Ver Anexo 7)

Los responsables de la supervisión deben de conocer a fondo los principios y prácticas de higiene en los alimentos, para poder evaluar posibles riesgos, adoptar las medidas preventivas y correctivas del caso, y asegurar la vigilancia y supervisión eficaces. (Díaz, 2009)

En las Buenas Prácticas de Manufactura se establece que, la documentación es importante para la rastreabilidad del producto y para otorgarle credibilidad al sistema de control de inocuidad implementado por la empresa. Y se considera que la dirección de la empresa debe contar con procedimientos eficaces para hacer frente a cualquier peligro de la inocuidad de los alimentos.

Es necesario implementar este tipo de documentación en la Empresa Suplidora Matagalpa, para poder actuar de forma rápida en caso de que el agua no cuente con los estándares de calidad establecidos en la Norma Técnica, y esta represente un peligro hacia la salud de los consumidores

Existe la creencia de que las empresas pequeñas no pueden aplicar controles de proceso, y mucho menos tener control sobre los proveedores o llevar registros de actividades. La experiencia ha demostrado que esto es falso, pues una empresa por muy pequeña o artesanal que sea puede aplicar controles de proceso, elegir sus proveedores y llevar registros sencillos que les permitan conservar un historial del proceso y sobre todo tener pruebas de que han cumplido con los requisitos que se les piden. (Díaz, 2009)



En la empresa no se cuenta con este tipo de control, y sería muy importante que elaboren fichas que especifiquen las fórmulas de concentración y peso de los aditivos químicos (sulfato de aluminio, carbonato soda) utilizados en el proceso de purificación.

La materia prima utilizada (el agua potable), y los insumos (los materiales de los filtros, los aditivos químicos, envases), son factores determinantes para lograr la inocuidad del agua, por esto, es indispensable tener fichas técnicas con las especificaciones del agua que se recibe en la empresa, que es procedente de la fuente de Molino Norte, de los insumos, el empaque y los aditivos que se pueden utilizar. Incluyendo los productos de limpieza y desinfección.

En cuanto al etiquetado, se debe verificar que las etiquetas contengan la información exacta del agua, la cantidad de agua que contiene, la información de la empresa misma, pues se han presentado casos (en el empaque de bolsita de 200 ml), en los cuales el plástico utilizado lleva el membrete de otra empresa.

El agua es sometida a análisis frecuentemente, y diariamente se calcula el cloro residual, todo esto estipulado en un registro de control, llamado Análisis Físico-Químico Interno. Semanalmente se inspeccionan los reservorios de agua y se revisa que no haya presencia de plagas en su interior.

Las anotaciones sobre las mediciones deben de ser legibles y reflejar fielmente la situación, también se deben señalar los errores que se cometan y los cambios que se hagan. En un registro cada anotación debe hacerla el responsable en el momento en que ocurre el hecho, y debe de estar fechado y firmado por el mismo. Estos registros deben estar disponibles por lo menos un año después de la fecha de caducidad indicada en la etiqueta, o bien, dos años después de la fecha de venta y deben mantenerse en la empresa y estar disponibles siempre. (Díaz, 2009)

En la empresa existen registros sobre los exámenes Físico-Químicos Internos, y los exámenes bacteriológicos elaborados por el Ministerio de Salud. No tienen documentación sobre el proceso ni de los errores que se cometen.

### 8.3 Instalaciones: Mantenimiento y saneamiento

A continuación se explicará la importancia de implementar sistemas eficaces que aseguren el mantenimiento y la limpieza adecuados, el control de plagas, el manejo de los desechos y la vigilancia de la eficacia de los procedimientos de mantenimiento y saneamiento.

### 8.3.1 Actividades de mantenimiento y limpieza

Las instalaciones y equipos deben de mantenerse en óptimas condiciones para facilitar las actividades de saneamiento y evitar la contaminación del agua. (Díaz, 2009)

En la empresa los equipos e instalaciones se mantienen limpias, pues es la primera actividad que se realiza en el día. Se inicia con una limpieza general y luego se procede a desinfectar la superficie de trabajo, paredes de cerámica en el área de empaque, tapones y utensilios que facilitan la tarea.

Los productos químicos de limpieza deben manipularse y utilizarse según las instrucciones establecidas por el proveedor, almacenarse en un lugar específico y debidamente rotulados. (Díaz, 2009)

Como antes se mencionó, los productos químicos se encuentran aislados, en un cubículo donde sólo el encargado del proceso tiene la llave. No obstante, se puede mejorar este local, equipándolo con estantes que permitan organizar este tipo de productos.

### 8.3.2 Procedimientos y métodos de limpieza

La limpieza se puede realizar aplicando métodos físicos y químicos. (Díaz, 2009)

Las Buenas Prácticas de Manufactura establece como métodos físicos: fregar, restregar, y cualquier otro método que no demande el uso de agua, y como químicos, detergentes y ácidos. En la empresa se utilizan ambos métodos, pues se limpia la planta de manera manual, utilizando escobas y paños para eliminar la tierra y el polvo de las superficies, y se aplican soluciones detergentes para desprender la capa de suciedad de bacterias, se enjuaga con agua para eliminar los residuos de detergente.

### 8.3.3 Programa de limpieza y desinfección

Los programas de limpieza tienen por objeto asegurar que las paredes, pisos, almacenes, equipos, utensilios, servicios higiénicos y equipos de limpieza se mantengan, debidamente, limpios. (Díaz, 2009)

Es necesario implementar este tipo de programas en la Empresa Suplidora Matagalpa, pues no se cuenta con uno. También, es recomendable asignar responsables para cada acción de limpieza, determinar los procedimientos a aplicar, la frecuencia de la limpieza y la desinfección (cuánto tiempo dejar actuar el producto desinfectante).

Los procedimientos de limpieza de los equipos deben de ser muy específicos, en cuanto a la identificación del equipo, y los instrumentos o utensilios para desinfectarlos adecuadamente, es por eso que anteriormente se menciona la importancia de tener en un lugar accesible y seguro, las fichas técnicas y recomendaciones de los fabricantes. También deben existir documentos con instrucciones claras de cuando haya que montar o desmontar piezas para las actividades de limpieza o inspección. Eso se puede plasmar en un plan de mantenimiento.

En cuanto a los desinfectantes, es necesario rotarlo para que las bacterias y hongos no se hagan resistentes al mismo. Estos deben tener fichas técnicas que especifiquen los factores que influyen en su actuación. (Díaz, 2009)

Esto quiere decir que no solo se debe utilizar un tipo de desinfectante, sino que se debe cambiar regularmente para lograr la eficacia en las acciones de limpieza.

#### 8.3.4 Programa de control de plagas

Se deben eliminar todos los lugares por los que podrían ingresar plagas o donde podrían reproducirse; los desagües y cualquier otro sitio deben de permanecer tapados. Las puertas y ventanas deben acondicionarse para reducir el ingreso de plagas, y no permitir nunca el ingreso de animales a la planta de purificación. (Díaz, 2009)

En la empresa existen puertas y ventanas que contienen mallas, lo cual evita el ingreso de roedores e insectos. En el caso de las tuberías, es necesario instalarles mallas que permitan el desagüe pero que eviten la entrada de animales.

Es necesario, además, revisar periódicamente las instalaciones para detectar infestaciones, anidamientos y proliferación de plagas y la erradicación de las mismas debe realizarse de forma

rápida y oportuna, teniendo cuidado de que las medidas que se tomen no afecten la inocuidad del agua.

El programa de control de plagas, debe contener el nombre de la persona que lo ejecuta, los productos químicos que se utilizan, la concentración, el lugar donde se aplican, el método y la frecuencia de aplicación; se sugiere elaborar un mapa de emplazamiento de trampas para roedores y señalar los puntos de control que se encuentran fuera del establecimiento. (Díaz, 2009)

Puesto que en la empresa no se cuenta con este programa, es necesario implementarlo, para ello se debe contratar una persona calificada en diseñar este tipo de planes, ya que el uso inadecuado de químicos puede causar serios daños a la salud.

Los desechos deben colocarse en recipientes identificados para este fin, a prueba de filtraciones y tapados, también deben de ser removidos a su destino final con prontitud y la zona donde se encuentran debe permanecer limpia y desinfectada. (Díaz, 2009)

En la Empresa Suplidora Matagalpa, los desechos se ubican fuera de la planta de procesamiento. Se envían al basurero municipal tres veces a la semana por medio del tren de aseo.

La vigilancia debe hacerse de forma periódica y a conciencia, a demás, documentarse, para evaluar la eficacia de los procedimientos de saneamiento implementados. (Díaz, 2009)

Muchas veces sucede que, al no haber un responsable que coordine las actividades de limpieza, los operarios hacen lo que les resulta más fácil, en lugar de hacer lo correcto. Por eso, es necesario capacitar al personal sobre los procesos de saneamiento que deben efectuarse de forma rigurosa y eficiente, pues de ello depende lograr que el proceso de purificación sea efectivo y la inocuidad del agua.

#### 8.4 Instalaciones: Higiene personal

Lograr la higiene del personal, consiste en crear hábitos de aseo, que les permita mantenerse saludables. Para lograr esta actitud es necesario capacitar a los trabajadores sobre la importancia de los buenos hábitos de higiene.

#### 8.4.1 Estado de salud

Las empresas de alimentos deben asegurarse de que las personas que padecen o que son portadoras de alguna enfermedad que pueda transmitirse por los alimentos, no tengan acceso a ninguna de las áreas de manipulación de los alimentos. (Díaz, 2009)

En la empresa, al momento de contratar el personal, les exige presentar certificado de salud, especialmente, a las personas del área de procesamiento y empaque. Una vez integrados en la empresa, todos los trabajadores cuentan con seguro médico de un clínica previsual.

#### 8.4.2 Enfermedades y lesiones

Entre las enfermedades, síntomas y lesiones que un trabajador debe reportar inmediatamente a sus superiores para que se le someta a una evaluación médica, están:

La ictericia (piel y ojos amarillos), diarrea, vómito, fiebre, dolor de garganta y fiebre, lesiones en la piel visiblemente infectada (furúnculos, cortes, quemaduras), secreción de líquidos por los oídos, ojos o nariz. (Díaz, 2009)

En este aspecto no existe ningún problema, pues todos los empleados son conscientes de la importancia de la salud, especialmente en el área de producción. Una vez que un empleado reporta síntomas, se le otorga autorización para acudir al médico, y el trabajador debe presentarle pruebas, a la empresa, que indiquen su estado de salud y que está en condiciones de volver al trabajo.

#### 8.4.3 Aseo personal y comportamiento

Todos los trabajadores deben mantener un alto grado de aseo personal, llevar ropa protectora, cubre cabellos y calzado adecuado para las operaciones que realizan. Deben lavarse las manos antes de comenzar a realizar cualquier actividad del proceso.

El personal debe evitar fumar, escupir, mascar chicles o comer, estornudar o toser cerca del proceso, limpiarse el sudor con las manos durante las horas de trabajo, salir con el uniforme a zonas expuestas a contaminación. (Díaz, 2009)

Este aspecto es bastante delicado pues influye directamente en el comportamiento del trabajador. Muchas veces se deben controlar malos hábitos que han sido aprendidos desde la infancia, lo cual resulta difícil de corregir. El cambio de comportamiento solo se logra con la previa capacitación a los trabajadores acompañado de instalaciones que faciliten su cumplimiento, como servicios sanitarios, lavamanos, tapabocas (especialmente al momento de empacar), guantes, entre otros.

Los visitantes que desean acceder a la zona de purificación deben usar ropa adecuada y cumplir con todas las normas de higiene antes mencionadas. (Díaz, 2009)

En la Empresa Suplidora Matagalpa no se cuenta con esta norma, por lo tanto, se debe implementar, explicándoles a los visitantes las acciones que están prohibidas dentro de las instalaciones. Cabe mencionar, que en la empresa, los visitantes no tienen contacto directo con el agua purificada.

## 8.5 Transporte

El agua purificada es un producto de consumo masivo en la población, muchas veces se toman en cuenta la higiene, la seguridad del proceso sin que haya un error, para cumplir con la calidad, pero se descuida la manera de cómo hacer llegar el producto al consumidor final o sea el transporte de este. Según las buenas prácticas de manufactura se debe de tomar en cuenta las siguientes situaciones:

Los alimentos deben estar debidamente protegidos durante el transporte.

El medio de transporte o el contenedor que se emplee depende del tipo de alimento y de las condiciones requeridas para el transporte. (Díaz, 2009)

La mayoría de las pequeñas y medianas empresas hacen caso omiso a esta recomendación, se limitan hacer sus actividades de la manera que pueden, sin cuidar el medio de transporte del producto, se sabe de antemano que no cuentan con un buen capital económico pues la mayoría de estas empresas empiezan como negocios familiares, pero hay que tener presente que lo principal es ofrecer un producto seguro y de calidad.

El vehículo de transporte nunca debe introducir contaminación en el alimento; más bien debe protegerlo del polvo, del humo, del combustible y de la carga de otros alimentos. (Díaz, 2009)

En la Empresa Suplidora Matagalpa transportar el agua es donde más problemas se detectan, las bolsitas de agua se abren con facilidad por que al momento de ubicar los bolsones de 50 unidades en el vehículo, se realiza de manera inadecuada, lo cual crea pérdidas a la empresa e insatisfacción de los clientes pues no se les está vendiendo un producto completo.

Hasta ahora, los repartidores cuentan con autorización para cambiarles las bolsitas defectuosas a los clientes, y en la empresa, los empaques vacíos los donan para reciclaje.

Los medios de transporte, los contenedores y los depósitos de alimentos deben mantenerse limpios y en buen estado. Si se utiliza el mismo medio de transporte o el mismo recipiente para diferentes alimentos o para productos no alimentarios, este debe limpiarse a fondo, y de ser necesario, debe ser desinfectado entre una carga y otra. La práctica de utilizar el mismo medio de transporte para trasladar distintos tipos de productos, es decir, que el transporte no es de uso exclusivo para alimentos, debe vigilarse y monitorearse periódicamente y aceptarse solo cuando se tenga la certeza de que no se corre ningún riesgo serio de contaminación. (Díaz, 2009)

En la empresa el transporte que se utiliza es solo para ese producto agua purificada en diferentes presentaciones, los vehículos se lavan periódicamente y se tiene cuidado de desinfectar y mantener limpio el medio.

El procesador de alimentos debe asegurarse de que los medios de transporte que emplea son aptos para el transporte de alimentos. Entre las recomendaciones más importantes están:

- El transporte debe inspeccionarse antes y durante de la carga para asegurarse de que no está contaminado y es apto para el transporte de alimentos.
- Cuando proceda, el material de que están hechos los vehículos de transporte debe ser apto para entrar en contacto con los alimentos. (Díaz, 2009)

Se recomienda diseñar un programa general de educación para sensibilizar a quienes transportan alimentos sobre los peligros asociados al transporte y la distribución (incluido el almacenamiento) de productos alimentarios. (Díaz, 2009)

En general hay que poner en práctica todas estas recomendaciones, se debe planificar y controlar de mejor forma la manera en que se está ocupando el transporte de la empresa, y asegurarse de que se le está dando el mantenimiento adecuado, que está limpio y que no sea utilizado para transportar otro producto o sustancias tóxicos, químicas o físicas que puedan afectar la calidad del agua que se ha alcanzado en todo el proceso de purificación y que se puede echar a perder al llegar al consumidor.



## V. Conclusiones

1. A lo largo de esta investigación logramos evaluar el control de calidad en el proceso de purificación de agua en la Empresa Suplidora Matagalpa, aplicando técnicas estadísticas (muestreo), verificando que el agua que se procesa en la empresa, cumple con las especificaciones de calidad señaladas en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada.
2. Identificamos el control de calidad en el proceso de purificación de agua, recopilando información referente al proceso de purificación utilizado por la empresa, y por otras instituciones. Constatando que el proceso que se utiliza es efectivo y acertado.
3. La aplicación del control de calidad la determinamos, utilizando herramientas estadísticas que nos permitieron analizar los exámenes elaborados por el Ministerio de Salud, comparando dichos resultados con las especificaciones de calidad establecidas en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada, y constatando que estos parámetros son respetados por la empresa, ofreciendo, efectivamente, agua completamente segura.
4. A demás, logramos aplicar una guía que permite la implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura, de manera sencilla y sin invertir mucho dinero. Esto lo logramos, comparando lo establecido en las BPM y adaptándolo a la empresa. Al aplicar esta guía se logrará la inocuidad del agua, así como el reconocimiento de la población y de las autoridades correspondientes.

## VI. Bibliografía

**Adam, E. y. (1991).** *Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento.* Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., 4<sup>a</sup> edición.

**Alfaro, M. E. (2005).** *Goldratt.* Recuperado el 3 de Mayo de 2011, de <http://www.eticaygestion.org/documentos/planestrategico/5.pdf>

**ATSDR. (1992).** *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR).* Recuperado el 17 de Mayo de 2011, de [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs23.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs23.html)

**Besterfield, D. H. (1995).** *Control de Calidad, 4ta. Edición.* Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.

**Biblioteca Virtual, Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República de Colombia. (2011).** *Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República de Colombia.* Recuperado el 15 de Junio de 2011, de <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/objetos/objetos64.htm>

**BV, L. (1998-2011).** *Water Treatment Solution LENNTECH.* Recuperado el 6 de Mayo de 2011

**Contaminación y purificación de agua. (2006).** *Contaminación y purificación de agua.* Recuperado el 3 de Mayo de 2011, de <http://contaminacion-purificacion-agua.blogspot.com/2005/09/purificacion-de-agua-por-sedimentacion.html>

**Díaz, A. (2009).** Buenas Prácticas de Manufactura: una guía para pequeños y medianos agroempresarios. En R. U. Alejandra Díaz. San José, C.R: Serie de agronegocios. Cuadernos de Exportación.

**Dirección General de Salud Ambiental. (2010).** *DIGESA .* Recuperado el 18 de Abril de 2011, de [http://www.digesa.sld.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf](http://www.digesa.sld.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf)

**Elergonomista. (2009).** *El ergonomista.* Recuperado el 13 de Mayo de 2011, de <http://www.elergonomista.com/alimentos/elagua.htm>

**Fluidos, SEFILTRA Purificación de. (2005).** *SEFILTRA, Purificación de filtros, Filtros de carbón activado.* Recuperado el 26 de Mayo de 2011, de <http://www.sefiltra.com/filtros-de-arena.php>

**Gerencie. (2011).** *Gerencie.* Recuperado el 2 de Julio de 2011, de <http://www.gerencie.com/materia-prima.html>

**Hernández Abreu, José M. (2008).** *El regante, IV Curso Internacional de Riego Localizado.* Recuperado el 1 de Junio de 2011, de <http://arena.elregante.com/>

**Larousse. (1996).** *El pequeño Larousse en color.*

**Lenntech BV. (1998-2011).** *Water Treatment Solution LENNTECH.* Recuperado el 4 de Mayo de 2011, de <http://www.lenntech.es/periodica/tabla-periodica.htm>

**Lorena J. Silva, J. a. (2001).** *Sappiens.* Recuperado el 19 de Marzo de 2011, de [http://www.sappiens.com/castellano/articulos.nsf/Gesti%C3%B3n\\_de\\_la\\_Calidad/Justo\\_a\\_Tiempo/FCD4CFB91B538D2141256AAB003B5BB7!opendocument](http://www.sappiens.com/castellano/articulos.nsf/Gesti%C3%B3n_de_la_Calidad/Justo_a_Tiempo/FCD4CFB91B538D2141256AAB003B5BB7!opendocument)

**Manantial Water. (2011).** *Manantial Water.* Recuperado el 29 de Abril de 2011, de <http://www.manantialwater.com.mx/procesos-metodos-de-purificacion-del-agua.html>

**Meza, C. I. (2011).** *Universitat de València.* Recuperado el 9 de Marzo de 2011, de <http://www.uv.es/cim/pyp-dem/descarga/Tema007a.pdf>

**Nacional Financiera. (2004).** *NAFINSA.* Recuperado el 6 de Mayo de 2011, de <http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=la%20colaboraci%C3%B3n%20de%20los%20recursos%20humanos%20para%20el%20logro%20de%20los%20prop%C3%B3sitos%20de%20la%20empresa%20es%20fundamental.%20en%20muchas%20ocasiones%20confundimos%20como%20actitudes%20opositor>

**OCEANO, Grupo. (2004).** *Diccionario Enciclopédico Iustrado UNIVERSO.* Editorial OCEANO.

**Parker, S. P. (1991).** *Diccionario McGraw Hill de Química, Tomo II N-Z.* McGraw Hil.

**Parker, S. P. (1991).** *Diccionario McGraw-Hill de Química, tomo I A-M.* McGraw-Hill.

**Sánchez, C. (2011).** *Agua destilada: Control de purezas*. Recuperado el 19 de Julio de 2011, de Sánchez, 2011 Artículo Agua Destilada: Con <http://www.elaguadestilada.com/agua-desionizada-pureza/#comments>

**Téllez, L. (2003).** *Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Agua Envasada. Especificaciones de calidad sanitaria*. MINSA.

**Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Natutales. (2009-2011).** *Color Artículo: El Color en el agua*. Recuperado el 4 de Mayo de 2011, de [http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/fluoreciencia/capitulos\\_fluoreciencia/calaguas\\_cap5.pdf](http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/fluoreciencia/capitulos_fluoreciencia/calaguas_cap5.pdf)

**Water Treatment Solution. (1994).** *LENNTECH*. Recuperado el 11 de Octubre de 2011, de Determinacion de la dureza en el agua: <http://www.lenntech.es/ph-y-alcalinidad.htm#ixzz1cTptZJmR>

**Water Treatment Solution LENNTECH. (1998-2011).** *Water Treatment Solution LENNTECH*. Recuperado el 16 de Mayo de 2011, de <http://www.lenntech.es/pasos-en-purificacion-del-agua.htm>

**World Health Organization. (2011).** *WHO*. Recuperado el 10 de Marzo de 2011, de <http://www.who.int/topics/water/es/>

# ANEXOS

Anexo 1 Operacionalización de variables

VARIABLES	CONCEPTOS	SUB VARIABLES	INDICADOR	PREGUNTAS	TÉCNICAS	DIRIGIDA A:
Control de calidad	Son técnicas y actividades de carácter operacional utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad. Se orienta a mantener bajo control los procesos y eliminar las causas que generan comportamientos insatisfactorios en etapas importantes del ciclo de calidad para conseguir resultados de calidad.(ISSO 8402)	Técnica para mejorar la calidad	Diagrama de Pareto	1.¿Qué técnica utiliza para mejorar la calidad?	Entrevista.	Jefe de producción
		Forma de controlar la calidad	Histograma.	1.¿Utiliza algún formulario para reflejar los resultados?	Entrevista.	Jefe de producción
Proceso de purificación de agua.	Proceso: Método, sistema adoptado para llegar a un determinado fin: proceso químico;proceso industrial (Larousse,1996:912 ) el agua purificada	Tipos de proceso de purificación	Purificación por sedimentación	1.¿En qué consiste el el proceso de sedimentación?	Entrevista.	Jefe de producción
			Purificación por filtración	2.¿En qué consiste el proceso de purificación por filtración?		
			Cloración.	3.¿En qué consiste el proceso de purificación		

<p>el nombre que ha sido producido por la destilación, deionización, osmosis inversa, u otros procesos apropiados. Se le llama así al agua sometida a diferentes tratamientos y es apta para el consumo humano directo.(Especificaciones de calidad sanitaria,2003:219)</p>			por cloración?			
		Ozonificación.	4.¿En qué consiste el proceso de ozonificación?			
		Purificación por rayos ultravioleta.	5.¿En qué consiste el proceso de purificación por luz ultravioleta?			
	Técnicas de filtración	Filtración por arena.	1.¿Qué técnica utiliza para filtrar el agua?	2.¿Cuál es la función del filtro de arena?	Entrevista.	Jefe de producción
			3.¿De qué material está hecho el portafiltro de arena?			
		Clarificación	4.¿ Cuánto es el flujo de agua que pasa por el filtro?			
		Desionizar y ablandar.	5.¿Cuánto tiempo es la vida útil de la arena?			
		Desinfección	6.¿Cuánto tiempo es al vida útil del portafiltro de arena?			
			7.¿Cuáles son las dimensiones del portafiltro?			
		Filtración por cartuchos.	8.¿Cuál es la función de la filtración por cartuchos?			
9.¿De qué material está hecho el portafiltro de cartucho?						
10.¿ Cuánto es el flujo de agua que pasa por los						

			cartuchos? 11.¿Cuánto tiempo es la vida útil de los cartuchos? 12.¿Cuánto tiempo es la vida útil del portafiltro? 13.¿Cuáles son las dimensiones del portafiltro?		
		Carbón activado.	14.¿Qué tipo de carbón activado utiliza? 15.¿Cómo funciona el filtro de carbón activado? 16.¿De qué material está hecho el portafiltro de carbón activado? 17.¿Cuánto es el flujo de agua que pasa por el filtro de carbón activado? 18.¿Cuánto tiempo es la vida útil del carbón activado? 19.¿Cuánto tiempo es al vida útil del portafiltro? 20.¿Cuáles son las dimensiones del portafiltro de carbón activado?	Entrevista.	Jefe de producción
	Etapas de Purificación	Pre tratamiento.	1.¿En qué consiste el pretratamiento? 2.¿Cómo determina que	Entrevista.	Jefe de producción



			el pre tratamiento se llevo a cabo de manera satisfactoria?		
		Tratamiento.	1.¿En qué consiste el tratamiento?		
			2.¿Cómo determina que el tratamiento se llevo a cabo de manera satisfactoria?		
		ultra tratamiento.	1.¿En qué consiste el ultra tratamiento?		
			2.¿Cómo detremina que el ultra tratamiento se llevo a cabo de manera satisfactoria?		
			3.¿Existe un modelo o esquema que represente el proceso de purificación?		
			4.¿Existe un sistema de inspección oportuna que elimine los errores en el proceso?		
			5.¿Existen normas de producción?		
	Parámetros de calidad	Alcalinidad.	1.¿Qué entiende por alcalinidad?	Entrevista.	Jefe de producción
		Cloro residual.	2.¿Qué entiende por cloro residual?		
			3¿Qué instrumento utiliza para medir el cloro residual?		
			4.¿Cuánto es la medida		

			aceptable de cloro residual en el agua?		
		Floculación	5.¿Qué entiende por floculación ?		
		Ph.	6.¿Qué entiende por Ph?		
			7.¿Qué instrumento utiliza para medir el Ph en el agua?		
			9.¿Cuánto es la medida aceptable de Ph en el agua?		
		Sulfato de aluminio.	10.¿Qué es el sulfato de aluminio?		
			11.¿Cuándo lo utiliza?		
			12.¿Cuál es la dosis que se le aplica al agua?		
		Decantación	13.¿Qué entiende por decantación?		
		Turbidez	14.¿Qué entiende por turbidez?		
			15.¿Qué instrumentos utiliza para medir la turbidez en el agua?		
			16.¿Cuanto es la medida aceptable de turbidez en el agua?		
			17.¿Donde realiza el control de estos parámetros?		
			18.¿El lugar presta las condiciones?		
	Areas que intervienen en	Materia prima	1.¿Obtienen la materia prima en las mejores	Entrevista.	Jefe de producción

		el proceso.		condiciones de compras?	
				2.¿El proveedor entrega la materia prima conforme a las especificaciones que requiere?	
				3.¿Le entrega la materia prima en el plazo acordado?	
				4.¿Ha tenido problemas durante el proceso debido a la materia prima?	
				5.¿Hay quejas del consumidor que pueden atribuirse a la calidad de la materia prima?	
			Mantenimiento de maquinaria y equipo.	1.¿Existe un mantenimiento continuo y adecuado de maquinaria y equipo?	
				2.¿Con que frecuencia se descompone la maquinaria?	
				3.¿El personal está capacitado para operar correctamente la maquinaria y equipo de la empresa?	
				4.¿El personal del área de producción está capacitado para hacer	

			reparaciones o ajustes necesarios de la maquinaria y equipo?		
			5.¿Como determina el desgaste de los filtros ?		
		Area de personal.	1.¿Sabe usted cuáles son los propositos de la empresa?	Entrevista.	Operarios
			2.¿Conoce las normas de calidad para purificar el agua?		
			3.¿Ha recibido capacitaciones para cumplir las normas de calidad?		
			4.¿Atienden las sugerencias que usted brinda para mejorar la producción?		
			5.¿Qué lo motiva a usted a elaborar sugerencias que mejoren la calidad del producto?		

Anexo 2

Empresa Suplidora Matagalpa “Agua Ultra purificada del Norte”

Análisis Físico Químico

Interno

COND	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
1	Dureza	
2	Alcalinidad	
3	Turbidez	
4	Cloro total	
5	Cloro residual	
6	Ph	
7	Ácido cianuro	
8	Sabor	
9	Color	
10	Olor	
11	Temperatura	
12	Suavidad	
13	Tipo de fuente	

Realizado por: \_\_\_\_\_

## Anexo 3

### Entrevista realizada al Jefe de Producción

La presente entrevista la realizamos con el propósito de conocer información relevante sobre el Proceso de purificación de agua en la Empresa Suplidora Matagalpa, y nos será de gran utilidad para el informe final del Seminario de graduación.

Le agradecemos la buena voluntad de tomar parte de su tiempo para contestarla y facilitarnos esta valiosa información.

#### Técnicas para mejorar la calidad

1. ¿Qué técnicas utiliza para mejorar la calidad
2. ¿Por qué aplica esa técnica?

#### Formas de controlar la calidad

3. ¿Con qué frecuencia controla la calidad?
4. ¿Utiliza algún formulario para reflejar los resultados? Explique que contiene.

#### Planificación del control de calidad en la producción

5. ¿Hace alguna planificación para controlar la calidad en la producción? Explique.
6. ¿Tiene en existencia la materia prima a utilizar?
7. ¿Con qué frecuencia compran la materia prima?
8. ¿Qué tipos de errores son los más frecuentes?
9. ¿Cómo los corrige?

#### Agua

10. ¿Qué tipo de agua utiliza en el proceso?

#### Tipos de procesos de purificación

11. ¿En qué consiste el proceso por sedimentación?
12. ¿En qué consiste el proceso por filtración?
13. ¿En qué consiste el proceso por cloración?
14. ¿En qué consiste el proceso por ozonificación?
15. ¿En qué consiste el proceso por rayos ultravioleta?

#### Técnicas de filtración

16. ¿Qué técnicas utiliza para filtrar el agua? Marque con una "X" las que utiliza y conteste las preguntas correspondientes.

Filtración por arena \_\_\_\_

17. ¿Cómo funciona el filtro de arena?
18. ¿De qué material está hecho el porta filtro?
19. ¿De cuánto es el flujo de filtración?
20. ¿Cuánto tiempo es la vida útil de la arena?
21. ¿Cuánto tiempo es la vida útil del porta filtro?
22. ¿Cuáles son las dimensiones del porta filtro?

Filtración por cartucho cinco micras \_\_\_\_

23. ¿Cómo funciona el filtro cinco micras?
24. ¿De qué material está hecho el porta filtro?
25. ¿De cuánto es el flujo de filtración?
26. ¿Cuánto tiempo es la vida útil del cartucho?
27. ¿Cuánto tiempo es la vida útil del porta filtro?
28. ¿Cuáles son las dimensiones del porta filtro?

Adición química \_\_\_\_

29. ¿Cómo funciona esta técnica?
30. ¿Qué químicos utiliza?
31. ¿Cuánto tiempo deja actuar los compuestos en el agua?
32. ¿En qué almacena el agua tratada?
33. ¿Cuáles son las dimensiones del contenedor?

Clarificación (floculación) \_\_\_\_

34. ¿Cómo funciona esta técnica?
35. ¿Qué componentes intervienen en el proceso?
36. ¿Qué pasa con las partículas contaminadas?
37. ¿Cuánto tiempo dura esta técnica?
38. ¿Cuánta capacidad de agua alcanza en el contenedor?

Desionizar y ablandar \_\_\_\_

39. ¿Cómo funciona esta técnica?
40. ¿Qué componentes intervienen en el proceso?
41. ¿Cuánto tiempo dura esta técnica?
42. ¿En qué se almacena el agua?
43. ¿Cuánta capacidad de agua alcanza en el contenedor?

Desinfección \_\_\_\_

44. ¿Cómo funciona esta técnica?
45. ¿Qué componentes intervienen en el proceso?
46. ¿Cuánto tiempo dura esta técnica?
47. ¿En qué se almacena el agua?
48. ¿Cuánta capacidad de agua alcanza en el contenedor?

#### Carbón Activado\_\_\_\_

49. ¿Cómo funciona el filtro de carbón activado?
50. ¿De qué material está hecho el porta filtro?
51. ¿De cuánto es el flujo de filtración?
52. ¿Cuánto tiempo es la vida útil del carbón?
53. ¿Cuánto tiempo es la vida útil del porta filtro?
54. ¿Cuáles son las dimensiones del porta filtro?

#### Tipos de purificación

55. ¿En qué consiste el pre tratamiento?
56. ¿Cómo determina que el pre tratamiento se llevó a cabo de manera satisfactoria?
57. ¿En qué consiste el tratamiento?
58. ¿Cómo determina que el tratamiento se llevó a cabo de manera satisfactoria?
59. ¿En qué consiste el ultra tratamiento?
60. ¿Cómo determina que el ultra tratamiento se llevó a cabo de manera satisfactoria?
61. ¿Existe un modelo o esquema que represente el proceso de purificación?
62. ¿Existe un sistema de inspección oportuna para eliminar los errores del proceso? Explique.
63. ¿Existen normas de producción?

#### Parámetros de calidad

64. ¿Qué entiende por alcalinidad?
65. ¿Qué instrumento utiliza para medirla?
66. ¿Qué entiende por cloro residual?
67. ¿Qué instrumento utiliza?
68. ¿De cuánto es la medida óptima de cloro residual?
69. ¿Qué entiende por floculación?
70. ¿Qué entiende por Ph?
71. ¿Cuál es el rango de Ph permisible?
72. ¿Qué es hipoclorito de sodio?
73. ¿De cuánto es la dosis que se le aplica al agua?
74. ¿Qué entiende por turbidez?
75. ¿De cuánto es la medida de turbidez aceptable?



- 76. ¿Qué es decantación?
- 77. ¿Dónde realiza el control de estos parámetros?
- 78. ¿El lugar presta las condiciones?

### Áreas que intervienen en el proceso

#### Materia prima

- 79. ¿Obtienen la materia prima en las mejores condiciones de compra?
- 80. ¿El proveedor le entrega la mercancía conforme con las especificaciones que requiere?
- 81. ¿Le entregan la materia prima en el plazo acordado?
- 82. ¿Ha tenido problemas durante el proceso debido a la materia prima?
- 83. ¿Hay quejas del consumidor que puedan atribuirse a la calidad de la materia prima? Explique.

#### Mantenimiento de equipos

- 84. ¿Existe un mantenimiento continuo y adecuado de los equipos?
- 85. ¿Con qué frecuencia se descomponen los equipos?
- 86. ¿El personal está capacitado para operar correctamente los equipos de la empresa?
- 87. ¿El personal de área de producción está capacitado para hacer reparaciones o ajustes necesarios a equipos?
- 88. ¿Cómo determina el desgaste de los filtros (de arena, carbón activado y cinco micras)? Explique.
- 89. ¿Qué tipo de mantenimiento aplica? Explique.

#### Operarios

- 90. ¿Sabe Usted cuáles son los propósitos de la empresa? (Si contesta sí, ¿cuáles son?)
- 91. ¿Conoce las normas de calidad para purificar el agua? Mencione algunas.
- 92. ¿Ha recibido capacitaciones para cumplir las normas de calidad?
- 93. ¿Sus superiores atienden las sugerencias que usted brinda para mejorar la producción? (Si su respuesta es sí, ¿qué lo motiva a elaborar sugerencias para mejorar el producto?)

Anexo 4.

a) Filtros arena sílica y carbón activado



b) Pilas de almacenaje



Anexo 5.

a) Lámparas Ultra Violetas



b) Ozonificador



Anexo 6.

a) Estibas de bidones y área de empaque



b) Área de llenado de bidones



Anexo 7.

Área de llenado de botellas



**NORMA TECNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE**  
**Especificaciones de Calidad Sanitaria**

La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense **03 040-03 Norma de Agua Envasada. Especificaciones de Calidad Sanitaria** ha sido preparada por el Comité de Aguas y en su elaboración participaron las siguientes personas:

Lic. Vidal Téllez	PANAMCO - NIC
Lic. José M. Torres V.	AGUAS MINERALES DE NICARAGUA
Ing. Roberto Stanthagen	AGUA FUENTE PURA
Ing. Nidia Minnicucci	AGUA FUENTE PURA
Ing. Iván Midence	AGUA DEL BOSQUE
Lic. María José Mendoza	MINSA
Lic. Meyling Centeno	MINSA
Lic. Emilio Saballos	CNDR - MINSA
Lic. Carmen Lanuza Jarquín	CNDR - MINSA
Lic. Francisco Pérez	LABAL
Lic. Junnette Molina Marcia	CIRA
Lic. Nora Sandoval Reyes	ENSA
Lic. Martha Xiomara Guerrero	POLISAL-UNAN
Lic. Luis Dabuod	AGUA COOL WARE
Ing. Alejandro Arguello	AGUAS INDUSTRIALES
Lic. Edgar Zamora	AGUA LA CASCADA
Lic. Carlos González	AGUA FRESCA PURIFICADA
Ing. José de Jesús Urbina	PARMALAT

Esta norma fue aprobada por el Comité Técnico en su última sesión de trabajo el día 09 de abril de 2003.

## 1. OBJETO

La presente norma tiene por objeto establecer los requisitos físicos, químicos, microbiológicos que debe cumplir el agua potable tratada y envasada destinada para el consumo humano.

## 2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma es de carácter obligatoria y se aplicará al agua envasada en lo que se refiere al envasado, etiquetado, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización. Las aguas envasadas importadas estarán sujetas a la aplicación de esta norma.

## 3. DEFINICIONES

Para fines de esta norma se define por:

3.1 Aguas subterráneas. Aguas como el agua de manantial, el agua de pozo artesiano y el agua de pozo que se originan en acuíferos subterráneos. Las aguas subterráneas pueden clasificarse de manera amplia como aguas protegidas o aguas no protegidas. Las aguas subterráneas protegidas no están directamente influenciadas por el agua de superficie o las condiciones ambientales de la superficie y por lo tanto son adecuadas desde el punto de vista microbiológico.

3.2 Agua artesiana. Agua obtenida de un pozo que perfora el manto acuífero ubicado por encima del nivel freático. El agua artesiana debe cumplir con los requisitos de agua natural.

3.3 Agua de Pozo. Agua de un orificio perforado, excavado o de alguna manera construido en la tierra para obtener agua de acuífero.

3.4 Agua potable. Es aquella que satisfaciendo las especificaciones de calidad, no causa efectos nocivos al ser humano.



3.5 Agua purificada. El nombre del agua que ha sido producido por destilación, deionización, osmosis inversa, u otros procesos apropiados.

3.6 Agua desmineralizada. Agua tratada, que no contiene minerales.

3.7 Agua destilada. Agua purificada, que ha sido evaporada y luego condensada.

3.8 Agua Fluorada. Agua envasada que contiene fluor, la etiqueta debe especificar si la fluoración es natural o agregada, además debe cumplir con la norma de calidad de esta normativa.

3.9 Agua tratada. Agua potable que ha pasado por un tratamiento posterior, como filtración, para ser envasada en empaques adecuados.

3.10 Agua envasada. Es aquella apta para el consumo humano, contenida en recipientes herméticamente cerrados, de materiales, formas y capacidades diversas, aprobadas por las autoridades competentes y que es adecuada para el consumo directo sin que sea necesario tratamiento ulterior y con cierre inviolable el cual deberá permanecer en tal condición hasta que llegue a manos del consumidor final.

3.11 Agua de manantial. Es el agua procedente de una formación subterránea, donde el agua fluye naturalmente hasta la superficie de la tierra se conoce como agua de manantial, además debe cumplir con la norma de calidad de esta normativa.

3.12 Agua Mineral. El agua que contiene no menos de 250 partes por millón (PPM) de sólidos totalmente disueltos (TDS) provenientes de un recurso aprovechado o manantial. El agua mineral debe distinguirse de los otros tipos de agua por su constante nivel y proporciones relativas de elementos minerales. No se pueden añadir minerales a esta agua.

3.13 Envase Primario. Es todo recipiente que tiene contacto directo con el producto, con la misión específica de protegerlo de su deterioro, contaminación o adulteración y de facilitar su manipulación.

3.14 Envase Secundario. Cualquier recipiente que contiene alimentos para su entrega como un producto único, que los cubre, total o parcialmente, y que incluye los embalajes y envolturas. Un envase puede contener varias unidades o tipos de alimentos previamente envasados cuando se ofrece al consumidor.

3.15 Etiqueta. es todo rótulo, marbete, inscripción, imagen u otra forma descriptiva o gráfica ya sea que esté impreso, marcado, grabado en relieve, adherido al empaque o envase del producto.

3.16 Flujo Inverso. Salida de un líquido en dirección o en el sentido contrario.

#### **4. CLASIFICACION Y DESIGNACIÓN**

Las aguas envasadas destinadas para el consumo humano se clasificarán en:

Agua purificada	Agua Mineral
Agua Fluorada	Agua Desmineralizada
Agua de manantial	

#### **5. CONSIDERACIONES GENERALES**

5.1 La fuente de abastecimiento de agua debe estar autorizada por la autoridad sanitaria correspondiente.

5.2 El lavado y desinfección de envases deberá realizarse con soluciones sanitizantes que no alteren las características del producto y evitando la contaminación por el arrastre de las mismas.

5.3 Las plantas purificadoras de agua deben estar diseñadas y establecidas en instalaciones que permitan cumplir correctamente con el Reglamento Técnico Unión Aduanera Centroamericana de Buenas Prácticas de Manufactura.

5.4 Los medios de transporte, recipientes, tuberías y tanques deberán construirse de manera que:

- No contaminen el agua destinada al envasado
- Puedan lavarse y desinfectarse eficazmente.
- Proporcionen una protección eficaz contra la contaminación, incluidos el polvo, humos.

5.5 Las instalaciones tendrán un abundante suministro de agua potable para la limpieza y desinfección. El agua deberá conducirse por tuberías completamente separadas del agua de operaciones para imposibilitar la contaminación del producto, con tuberías distintas o con válvulas para prevenir el flujo inverso.

5.6 La planta deberá tener sistema e instalaciones adecuados de desagüe y eliminación de desechos. Estarán diseñadas, construidas y mantenidas de manera que se evite el riesgo de contaminación del agua.

## **6. REQUISITOS SANITARIOS DE LAS PLANTAS Y PROCESO DE LAS ENVASADORAS DE AGUA:**

6.1 La planta deberá ser construida de manera tal que los pisos, paredes y techos puedan ser limpiados adecuadamente y mantenidos en buenas condiciones sanitarias.

6.2 La planta deberá contar con espacio suficiente para almacenamiento de equipos, envases y otros materiales, así como también deben estar alejado de las paredes.

6.3 La planta debe ser ventilada para minimizar los olores, gases o vapores tóxicos y condensación en el procesamiento, embotellamiento y en los recintos para el lavado y el saneamiento de recipientes, impidiendo la entrada de humo, polvo, vapores u otros.

6.4 Con iluminación adecuada, protegidas sobre las áreas de procesamiento. El alumbrado no deberá alterar los colores.

6.5 La planta deberá tener malla milimétrica de manera tal que impida la entrada de animales, insectos, roedores y/o plagas.

6.6 Las instalaciones para lavarse las manos, deberán disponer de medios adecuados y en buen estado para lavarse y secarse las manos higiénicamente, con lavamanos y abastecimiento de agua caliente y/o fría (o con la temperatura debidamente controlada).

6.7 Los vestidores y comedor para los trabajadores se ubicarán separados de las operaciones de la planta y áreas de almacenamiento.

6.8 El llenado, tapado, cerrado, sellado y empacado de los envases debe ser hecho de manera higiénica para no producir contaminación del agua envasada.

6.9 Los tanques de almacenamiento deben estar provistos de tapas para evitar la introducción de cualquier materia extraña. Las conexiones hacia las tuberías deberán estar provistas de filtros fácilmente limpiables o reemplazables.

6.10 La limpieza y sanitización de los utensilios y equipos deberán ser conducidos de tal manera que protejan contra la contaminación del agua, superficies de contacto o material de empaque.

6.11 Se usarán envases y tapones no tóxicos. Todos los depósitos y tapones deben ser inspeccionados para asegurarse que están libres de contaminación.

6.12 Efectuar monitoreo de llenado, tapado y sellado por inspección visual o electrónica de los recipientes.

6.13 La planta debe registrar y mantener la información en cuanto al producto, volumen de producción del lote y distribución del producto terminado, para asegurarse que la producción de agua envasada está conforme a las especificaciones de calidad descrito en la presente norma.

6.14 No deberá depositarse ropa, ni objetos personales en la zona de procesamiento.

6.15 Efectuar monitoreo de la calidad del agua envasada después del procesamiento y antes del embotellamiento, para asegurar la uniformidad y efectividad del proceso de tratamiento de acuerdo a los métodos establecidos en la presente norma.

6.16 Todos los recipientes defectuosos o no higiénicos deberán ser descartados.

6.17 Los recipientes utilizados como envase primario deberán ser lavados, saneados e inspeccionados antes de comenzar a ser llenados, tapados y sellados.

6.18 El personal que labora en las plantas envasadoras de agua deberá cumplir con la NTON 03 026-99 Norma Sanitaria de Manipulación de Alimentos. Requisitos para Manipuladores.

**7. ESPECIFICACIONES SANITARIAS:**

El agua envasada debe cumplir con las siguientes especificaciones:

**CALIDAD MICROBIOLÓGICA**

CONTAMINANTES	MÉTODO DE ANÁLISIS	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Coliformes totales	APHA 59.53 (NMP) 59.45 (MF) Standar Métodos 9221B – 9222B	NMP:< 1.1 /100ml MF:< 1.1 UFC/100ml
Escherichia coli	Standard Méths 9223 19 Edic. 1995	NMP:< 1.1/100ml MF:< 1.1 UFC/100ml
Pseudomonas	Standard Meths 9213F 18 Edic. 1992	Ausencia

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS**

PARAMETRO	UNIDAD	METODO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Color	mg/l (Pt-Co)	EPA 110.2 2120 B. 2120C.	5 unids
Olor	Nº de umbral de olor	2150 B.	NR

pH		EPA 150.1 4500 - H	6.5 - 8.5
Sabor	Nº de umbral de sabor	2160 B. 2160 C. 2160 D.	NR
Sólidos totales disueltos	mg/l	EPA 160.1	600
Cloro residual	mg/l	EPA 330.5 4500 – Cl B. 4500 – Cl C 4500 – Cl D 4500 – Cl E 4500 – Cl F 4500 – Cl G 4500 – Cl H 4500 – Cl I	0.1
Turbiedad	UNT	2130 B.	1

NR= No rechazable

**VALORES PARA SUSTANCIAS QUIMICAS**

PARÁMETROS	METODO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE mg/l
Antimonio	EPA 200.8 3500 – Sb. B. 3500 – Sb. C.	0.006

Control de Calidad en el Proceso de Purificación de agua

Cloruros	EPA 300.0 4500 Cl –B 4500 Cl –C 4500 Cl –D 4500 Cl –E 4500 Cl -F	250
Cobre	EPA 200.7 3500 Cu B 3500 Cu C 3500 Cu D 3500 Cu E	1
Fluoruros	EPA 340.2 4500 – F B 4500 – F C 4500 – F D 4500 – F E	1.3
Hierro Total	EPA 200.7 3500 Fe B 3500 Fe C 3500 Fe D	0.3
Nitrógeno de Nitrito	EPA 300.0	1.0
Nitrógeno de Nitrato	EPA 300.0	10
Plata	EPA 200.8	0.05
Sulfatos	EPA 300.0	250

**VALORES PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS DE TIPO INORGÁNICO DE ALTO RIESGO PARA LA SALUD**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>METODO</b>	<b>VALOR MÁXIMO ADMISIBLE mg/l</b>
Aluminio	EPA 200.7	0.2
Arsénico	EPA 200.8	0.01
Bario	EPA 200.7	1.0
Cadmio	EPA 200.8	0.005
Cianuros	EPA 335.4	0.1
Cromo (Cr)	EPA 200.8	0.05
Mercurio	EPA 245.1	0.001
Níquel	EPA 200.7	0.02
Nitrito(medido como Nitrógeno)	EPA 300.0	1.0
Plomo	EPA 200.8	0.005
Selenio	EPA 200.8	0.01
Zinc	EPA 200.7 Langlier	3.00



**VALORES PARA SUSTANCIAS ORGANICAS DE RIESGO A LA SALUD**

<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>METODO</b>	<b>VALOR MÁXIMO ADMISIBLE</b> <b>µg/l</b>
Benceno	µ/L	EPA 502.2	1.0
Diclorobenceno 1 – 2	µ/L	EPA 502.2	600.0
Diclorobenceno 1- 4	µ/L	EPA 502.2	75.0
Dicloroetano 1 - 2	µ/L	EPA 502.2	2.0
Estireno	µ/L	EPA 502.2	20.0
Etilbenceno	µ/L	EPA 502.2	300.0
Tolueno	µ/L	EPA 502.2	700
Trihalometanos totales	µ/L	EPA 502.2	10.0

**VALORES PARA RESIDUOS DE PLAGUICIDAS**

<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b> <b>µ/L</b>	<b>METODO</b>	<b>VALOR MÁXIMO ADMISIBLE</b> <b>µg/l</b>
<b>Atrazina</b>	µ/L	EPA 525.2	3.0
<b>Carbofuran</b>	µ/L	EPA 531.1	5.0
<b>Clordano</b>	µ/L	EPA 505	0.5

## 8. METODOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO

Los métodos de muestreo se llevaran a cabo de acuerdo al documento de Planes de muestreo para alimentos preenvasados CAC/RM 42 - 1969 del Codex Alimentarius.

### PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD OBLIGATORIAS PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA ENVASADA

PRUEBA	STANDARD	FRECUENCIA DE LA PRUEBA
Microbiológico en fuente de agua		
Coliformes Totales	1UFC/100 ml (filtro de membrana)	Semanalmente
Coliformes fecales	NMP < 1.1/ 100 ml (tubo múltiple) negativo	Semanalmente
<b>Fuente de Agua</b>	Cumplir con la Norma CAPRE	
<b>Parámetros Físicos</b>	Ph 6.5 – 8.5	
<b>Químicos</b>	Cloro residual 0.5 – 1 mg / l	
(pH, cloruros, cloro residual, conductividad, dureza, sulfatos aluminio, calcio, cobre, magnesio, sodio, potasio, sólidos totales disueltos, zinc) establecidos en la Norma CAPRE.	Conductividad 400 us / cm	
	Dureza 400 mg / l CaCo3	
	Sulfatos 25 mg / l	
	Aluminio 0.2 mg/ l	
	Calcio 100 mg / l CaCo3	
	Cobre 1.0 mg / l	
	Magnesio 30 mg / l	
	Sodio 25 mg / l	
	Potasio 10 mg / l	

<p><b>Parámetros Básicos:</b></p> <p>pH Agua Terminada</p> <p>Sabor en Agua Terminada</p> <p>Cloruro en el Agua terminada</p>	<p>Sólidos totales disueltos 1000 mg / l.</p> <p>Zinc 3.0 mg / l</p> <p>6.5 a 8.5</p> <p>250 mg/l</p>	<p>Al inicio del proceso y dos veces por turno</p>
<p><b>Análisis Físico Químico</b></p> <p>Agua envasada</p> <p><b>A. Parámetros Físicos y Organolépticos:</b></p>	<p>Agradable, no rechazable</p>	<p>Al comienzo y una vez por turno.</p> <p>Al comienzo, luego regularmente, una vez al turno.</p>
<p><b>B. Parámetros para sustancias Químicas</b></p>	<p>Cumplir con la Norma de Agua Envasada. Especificaciones de Calidad Sanitaria.</p>	<p>Semestralmente</p>
<p><b>C. Parámetros para sustancias químicas de tipo inorgánico</b></p>	<p>Cumplir con la Norma de Agua Envasada. Especificaciones de Calidad Sanitaria.</p>	<p>Anualmente</p>

<p><b>de alto riesgo para la salud.</b></p> <p><b>D. Parámetros para sustancias orgánicas de riesgo a la salud</b></p> <p><b>E. Parámetros para residuos de Plaguicidas.</b></p>	<p>Cumplir con la Norma de Agua Envasada. Especificaciones de Calidad Sanitaria</p> <p>Cumplir con la Norma de Agua Envasada. Especificaciones de Calidad Sanitaria</p>	<p>Semestralmente</p>
<p><b>Agua terminada (después de 5 días)</b></p> <p><b>Microbiológico</b></p> <p>Coliformes totales</p>	<p>Cumplir con la Norma de Agua envasada. Especificaciones de Calidad Sanitaria</p> <p>Cumplir con la Norma de Agua envasada. Especificaciones de Calidad Sanitaria</p>	<p>Semestralmente</p>
<p>E. coli</p>	<p>NMP&lt;1.1/100 ml</p> <p>&lt;1 UFC/100ml</p>	<p>Anualmente</p>
<p>Pseudomonas</p>	<p>Negativo en 100 ml/UFC</p> <p>Ausencia</p>	<p>semestralmente</p>

		semanalmente
PRUEBA	STANDARD	FRECUENCIA DE LA PRUEBA
Prueba concentración de limpiador para envases retornables	Según el fabricante regularmente (cada 2 horas)	Al comienzo, de cada funcionamiento.
Limpiadores no cáusticos	Según el Fabricante	Al comienzo de cada funcionamiento, ejemplo (cada 2 horas)
Limpiadores Cáusticos	Según el fabricante	Al comienzo de cada funcionamiento y regularmente.
Arrastre de limpiador en las botellas lavadas limpiadores no cáusticos	Según el fabricante	Al comienzo de cada funcionamiento, por ejemplo cada dos horas.
Limpiadores cáusticos	Incoloro a color rosa tenue.	Al comienzo de cada funcionamiento, por ejemplo cada 2 horas.
Bacterias Tapas	<1 colonia por centímetro cuadrado de área de superficie, libre de coliformes.	Trimestralmente en 4 muestras de cada tapa.
Envases	< de 1 bacteria por ml de capacidad libre de coliformes.  Según Norma 07 002-00 Norma de Contenido Neto,	Trimestralmente en 4 de cada envase.

Llenado del envase	volúmenes y variedades permitidas.	Mensualmente para cada tamaño de envase
--------------------	------------------------------------	---

## 9. ENVASE Y ETIQUETADO

**9.1** El producto objeto de esta norma se debe envasar en recipientes de tipo sanitario, elaborado con materiales inocuos, que no transmitan ninguna sustancia toxica, ni olores o sabores desagradables, que tengan tapa inviolable, sello o banda de garantía y resistentes a distintas etapas del proceso, de tal manera que no reaccionen con el producto o alteren sus características físicas, químicas y organolépticas.

**9.2** Cuando se utilicen para el envasado de agua bolsas u otras formas no rígidas (envase flexible) estos deben ser de material virgen, de color blanco lechoso, de alta o baja densidad, su densidad será entre 0.91 y 0.96 g/cm<sup>3</sup>. Por ejemplo el Polietileno, PEBD admite fácilmente el termo sellado. Este material no debe liberar olores desagradables. No debe reaccionar con el producto o alterar sus características físicas, químicas y organolépticas.

**9.3.1** Cumplir con la Norma de Etiquetado para alimentos preenvasados NTON 03 021-99 Norma de etiquetado de alimentos preenvasados para consumo humano.

## 10. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Las condiciones de almacenamiento y transportación deberán cumplir con las normas higiénicas sanitarias vigentes.

## **11. BIBLIOGRAFIA**

- a) Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Envasada. Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social / OPS. Marzo 2000
- b) Guía para el Verificador de Bienes y Servicios. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios / Secretaria de Salud. (1996)
- c) Norma Oficial Mexicana NOM- SSA1- 1993 Bienes y servicios. Agua Purificada envasada. Especificaciones Sanitarias.
- d) Memorias Taller sobre Programas Nacionales de Control y Vigilancia de la Calidad del Agua Potable. OMS/OPS Proyecto PROAGUA Panamá.
- e) La calidad del agua potable en América Latina / Gunther F. Craun. ILSI Argentina. OPS/ OMS Washington DC.
- f) Parámetros Químicos para el Agua Envasada según NSF
- g) Comparación de Parámetros Químicos EPA, FDA, IBWA.
- h) Reporte de Inspección de Plantas Embotelladoras de Agua NSF
- i) Definiciones para Bebidas Especificadas Estandarizadas – 21 CFR Parte 165 NSF
- j) Norma Regional CAPRE “Normas de Calidad del agua para consumo humano”.
- k) Guidelines for drinking-water Quality/World Health Organization.
- l) Reglamento Técnico de la Unión Aduanera. Etiquetado de Alimentos Preenvasados.

## **12. OBSERVANCIA DE LA NORMA**

La verificación y certificación de esta Norma estará a cargo del Ministerio Salud a través de la Dirección de Regulación de Alimento y Sistemas Locales de Atención Integral en Salud (SILAIS) del país.

## **13. ENTRADA EN VIGENCIA**

La presente Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense entrará en vigencia con carácter Obligatorio, un año después de su publicación en la Gaceta Diario Oficial.

## **14. SANCIONES**

El incumplimiento a las disposiciones establecidas en la presente norma, debe ser sancionado conforme a lo establecido en las Disposiciones Sanitarias; Decreto No. 391 y No. 432 y en la Ley de Normalización Técnica y Calidad y su Reglamento.