

**PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE DESIONIZACIÓN DE
AGUA EN LA EMPRESA MARCEL FRANCE**

CLAUDIA MILENA DIAZ REY

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C
2017**

**PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE DESIONIZACIÓN DE
AGUA EN LA EMPRESA MARCEL FRANCE**

CLAUDIA MILENA DIAZ REY

**Proyecto integral para optar al título de
INGENIERO QUÍMICO**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C
2017**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Ing. Edgar Fernando Moreno
Orientador

Ing. Elizabeth Torres
Jurado 1

Ing. Oscar Lombana
Jurado 2

Bogotá DC 19 de Mayo del 2017

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectoría Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García-Peña

Decano Facultad de Ingeniería

Dr. Julio Cesar Fuentes Arismendi

Director Programa Ingeniería Química

Dr. Leonardo de Jesús Herrera Gutiérrez

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente al autor.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco primeramente a Dios por darme la sabiduría e inteligencia, brindarme la fuerza y herramientas necesarias para desarrollar este proyecto de grado

A mi familia y amigos cercanos quienes estuvieron en la evolución de este proyecto y de esta etapa de formación profesional.

A la empresa MARCEL FRANCE, por brindarme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de grado en sus instalaciones, y tener su total apoyo para el desarrollo.

Al Ingeniero Miguel Zuluaga, por brindarme el apoyo para realizar el trabajo de grado.

A la empresa H-TFI Filtraciones Industriales S.A.S. por el tiempo y apoyo en el desarrollo de este proyecto.

Al ingeniero Gustavo Morales por el apoyo y soporte en el desarrollo del proyecto.

Al ingeniero Fernando Moreno por su tiempo y apoyo en la realización del trabajo de grado

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
OBJETIVOS	17
1. GENERALIDADES	18
1.1 OPERACIONES UNITARIAS	18
1.2 TRATAMIENTO DE AGUA	19
1.2.1 Tratamiento primario	19
1.2.2 Tratamiento secundario	19
1.2.3 Tratamiento terciario	20
1.3 NORMATIVIDAD	21
2. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE DESIONIZACIÓN DE AGUA EN LA EMPRESA MARCEL FRANCE	22
2.1 PROCESO DE DESIONIZACIÓN	23
2.1.1 Agua	25
2.1.2 Balance hidrico	26
2.1.3 Equipos	27
2.1.4 Mantenimiento	32
3. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVA QUE SE AJUSTE A LOS REQUERIMIENTOS DEL PROCESO DE DESIONIZACIÓN DE AGUA	33
3.1 ALTERNATIVAS PLANTEADAS	33
3.1.1 Alternativa 1	33
3.1.2 Alternativa 2	33
3.1.3 Alternativa 3	34
3.2 SELECCIÓN DE ALTERNATIVA	34
3.2.1 Criterios de selección	34
3.2.2 Evaluación criterios de selección	36
3.2.3 Matriz de selección	40
4. DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO DE DESIONIZACIÓN.	41
4.1 TANQUE BIRM	41
4.1.1 Medio filtrante	41
4.2 OSMOSIS INVERSA	41
4.3 TANQUE DE ALMACENAMIENTO	45
4.4 EQUIPO DE DESINFECCIÓN S8Q-PA-VIQUA	45

5. ANÁLISIS DE COSTOS	46
5.1 COSTO DE INVERSIÓN	46
6. CONCLUSIONES	49
7. RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	52

LISTA DE DIAGRAMAS

	pág.
Diagrama 1. Operaciones unitarias en tratamiento de agua	18
Diagrama 2. Sistema hidrodinámico para alimentar el proceso de desionización.	23
Diagrama 3. Proceso de desionización Marcel France	25
Diagrama 4. Diagrama de bloques operaciones unitarias proceso de desionización.	27
Diagrama 5. Osmosis inversa	31
Diagrama 6. Diagrama de bloques operaciones unitarias alternativa 1.	33
Diagrama 7. Implementación de equipos, alternativa 2.	34
Diagrama 8. Adecuación equipo de osmosis inversa	34

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Análisis Agua Potable	25
Cuadro 2. Análisis agua desionizada	26
Cuadro 3. Membrana GX-ESS	29
Cuadro 4. Rangos de calificación de criterios	35
Cuadro 5. Criterios de selección	35
Cuadro 6. Porcentaje criterios de selección	36
Cuadro 7. Evaluación de criterios para cada alternativa	37
Cuadro 8. Costo de implementación alternativa 1	38
Cuadro 9. Costo de implementación alternativa 2	39
Cuadro 10. Costo de implementación alternativa 3.	39
Cuadro 11. Matriz de selección	40
Cuadro 12. Tanque BIRM	41
Cuadro 13. Equipos adecuación osmosis inversa	42
Cuadro 14. Equipo de desinfección	45
Cuadro 15. Comparativo proceso actual / Alternativas seleccionadas	46
Cuadro 16. Costo de implementación de alternativa 1	46
Cuadro 17. Costo de implementación de alternativa 2	47
Cuadro 18. Costo total	47

LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1. Ubicación Empresa Marcel France	22
Imagen 2. Tanques sistema hidrodinámico	24
Imagen 3. Bombas sistema hidrodinámico	24
Imagen 4. Filtro de arena	28
Imagen 5. Filtro de carbón activado	28
Imagen 6. Filtro 5 micras	29
Imagen 7. Esterilizador Ultravioleta	30
Imagen 8. Equipo de osmosis inversa	31
Imagen 9. Corrosión Tubería Galvanizada	32

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Análisis agua potable – agua desionizada Marcel France.	53
Anexo B. Mantenimiento High Tech Filtracion Industrial S.A.S.	55
Anexo C Cotización High Tech Filtracion Industrial S.A.S	57
Anexo D. Ficha de seguridad Birm.	63

LISTA DE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Balance hídrico	26

GLOSARIO

AEROBIO: mecanismo mediante el cual los microorganismos degradan la materia orgánica en presencia de oxígeno.

ANAEROBIO: mecanismo mediante el cual los microorganismos catabólican en ausencia de oxígeno

CARCASA: pieza dura y resistente que da soporte o protege a otras partes del equipo.

FILTRACIÓN: proceso unitario de separación de sólidos en suspensión por medio de un mecanismo poroso, se retienen los sólidos de mayor tamaño en el medio filtrante permitiendo el paso de la sustancia con menor tamaño por su porosidad.

ION: átomo o molécula que no tiene una carga neutra, se denomina catión a un ion con carga positiva y anión a un ion con carga negativa. Cuando un átomo o molécula pierden o ganan electrones es llamado ionización.

MARMITA: olla de metal cubierta con una tapa, se utiliza a nivel industrial para procesar alimentos o en la industria química farmacéutica.

OSMOSIS INVERSA: es el transporte espontáneo de un disolvente desde una disolución diluida a una disolución concentrada a través de una membrana semipermeable, ejerciendo sobre ellos una presión, llamada presión osmótica.

PERMEADO: corriente que contiene los componentes que salen de una membrana semipermeable después de realizar la filtración.

PRESOSTATO: también conocido como interruptor de presión, es un equipo que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido.

RECHAZO: corriente que contiene los componentes que no atraviesan la membrana semipermeable.

RESUMEN

Marcel France es una empresa que se dedica a la fabricación de productos capilares los cuales son realizados con un alto porcentaje de agua que deben estar libre de impurezas, lo cual permite que el producto no se desestabilice.

Actualmente cuentan con un proceso de desionización de agua, el cual solo es utilizado para la elaboración de productos sensible como lo son las tinturas, cremas oxigenadas y permanentes, para iniciar cada producción se debe esperar el llenado de una marmita para empezar con otra ya que el caudal de permeado no puede abastecer todas las líneas, para esto se presenta una propuesta para el mejoramiento de este proceso.

Para desarrollar esta propuesta se realiza un diagnóstico de las condiciones en las que se encuentra el proceso de desionización. Se evaluaron las posibles mejoras y se determinaron tres alternativas. Para selección la alternativa se utilizó una matriz de selección ponderada, la cual fue evaluada con diferentes criterios; de esta selección se escogió la alternativa 2 y 3 que obtuvieron la calificación más alta.

Las propuestas seleccionadas consistieron en implementar equipos de filtración y almacenamiento, realizar adecuación del equipo de osmosis inversa, cambio de tuberías y válvulas de control en los filtros existentes, permitiendo obtener mayor flujo de agua desionizada, minimizando el tiempo de llenado en las marmitas e iniciación en la producción. Por último se realizó un análisis de costos para establecer la inversión en la adecuación de este proceso de desionización.

Palabras Clave: Procesos de desionización, filtración, permeado, marmita, producción.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural, vital para el ser humano. Aparte de su destinación principal que es para consumo humano, también es utilizado por muchas industrias como su principal materia prima, siendo un disolvente fundamental para la elaboración de sus productos; está compuesto por varios minerales como lo son calcio, manganeso, hierro, cloruros, sulfatos, sodios entre otros. Para ser utilizado en la industria cosmética se requiere de la eliminación de estos compuestos ya que evita reacciones colaterales en el producto terminado y evita reacciones adversas provocadas en la aplicación del producto, por lo tanto, se utilizan tratamientos de agua para cumplir con este propósito.

Por tal motivo la empresa Marcel France se ha interesado en mejorar su proceso actual de desionización de agua, disminuir el tiempo de carga y aumentar su caudal de permeado, para así obtener una mayor producción y calidad en sus productos.

Para el desarrollo de este proyecto se requiere de un diagnóstico del proceso de desionización que existe actualmente, realizar una investigación y proponer una alternativa viable para cumplir con la obtención del agua desionizada y la disminución del tiempo del tratamiento.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta para la mejora del proceso de desionización de agua en la empresa Marcel France.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el proceso de producción de agua desionizada en Marcel France.
- Evaluar la alternativa que se ajuste a los requerimientos del proceso de desionización de agua.
- Determinar las especificaciones técnicas del equipo de desionización.
- Analizar el costo de la alternativa seleccionada.

1. GENERALIDADES

El agua es un recurso natural que es fundamental para el ser humano y la industria, como en el sector de alimentos, pinturas y cosméticos entre otras, para esta última representa más del 80% de su materia prima, siendo fundamental para la mayoría de líneas de producción que abarca tintes, cuidados y tratamientos capilares; por esta razón se requiere que las materias primas e insumos cumplan ciertos parámetros estipulados por la empresa para ser usados en las diferentes líneas de producción.

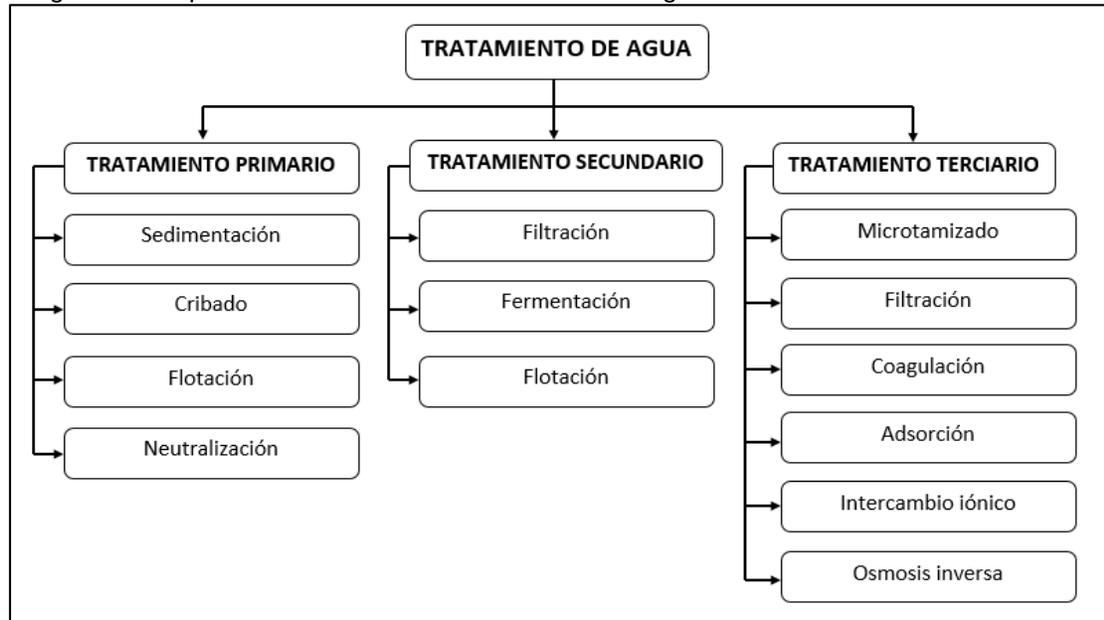
Específicamente para el agua se necesita que no contenga ningún tipo de impurezas, refiriéndose a sales, iones, material particulado o residuos orgánicos, los cuales son retirados mediante técnicas avanzadas para garantizar la calidad de la misma, de manera tal que el producto final sea avalado por la empresa al cumplir los estándares internos de calidad manejados por la empresa.

1.1 OPERACIONES UNITARIAS

Conjunto de operaciones utilizadas en la industria para transformar una materia prima en un producto, aplicando procesos físicos o químicos.

Estas operaciones son utilizadas en el tratamiento de agua, donde son necesarias para remoción de contaminantes dependiendo del uso final que se le dará a este fluido. Para esto son utilizados diferentes operaciones unitarias en los tratamientos las cuales se muestran en el diagrama 1.

Diagrama 1. Operaciones unitarias en tratamiento de agua.



1.2 TRATAMIENTO DE AGUA

El agua es indispensable para los seres vivos, la cual debe ser apta para su consumo sin tener efectos secundarios sobre la salud de los consumidores; el proceso de potabilización del agua, consiste en una serie de tratamientos que eliminan o disminuyen contaminantes como materia orgánica, microorganismos, sales y minerales disueltos, estos tratamientos se denominan primario, secundario o terciario, los cuales pueden ser modificados dependiendo de la calidad de agua suministrada por proveedores y la disposición final de la misma.

1.2.1 Tratamiento primario: El tratamiento primario tiene como fin la reducción de sólidos flotantes y/o decantados e impurezas de tamaño visible; el tratamiento primario se puede llevar a cabo mediante la aplicación de alguna de las siguientes técnicas.

- Cribado o desbrozo: se emplea para la reducción de sólidos en suspensión de tamaños distintos clasificándolos en sólidos finos o gruesos.
- Sedimentación: se utiliza para separar sólidos en suspensión basada en la diferenciación de peso específico entre las partículas sólidas y el líquido donde se encuentran.
- Flotación: es un proceso para separar sólidos de baja densidad o partículas líquidas de una fase líquida llevándose a cabo con la introducción de un gas en la fase líquida y siendo sometida a un proceso de presurización.
- Neutralización: sus métodos son:
- Homogenización: consiste en mezclar las corrientes ácidas y alcalinas en un tanque.
- Control de pH: consiste en la adición de ácidos (o bases) para neutralizar las corrientes alcalinas o ácidas. ¹

1.2.2 Tratamiento secundario: El tratamiento secundario tiene como fin la reducción de materia orgánica presente en el agua mediante procesos aerobio o anaerobio.

- Proceso aerobio: también llamado oxidación biológica es el mecanismo mediante el cual los microorganismos degradan la materia orgánica en presencia

¹ ROMALHO, Rubens s. Tratamiento de aguas residuales. España: Editorial Reverté, S.A. 2003. p. 91-155.

de oxígeno llevando a cabo tratamientos como lo son lodos activos, lagunas aireadas, balsa de estabilización, filtro percoladores y biodiscos.²

- Proceso anaerobio: es el mecanismo mediante el cual los microorganismos catabolizan y asimilan en ausencia de oxígeno. El proceso comprende dos etapas, la primera fermentación ácida y la segunda fermentación metánica.³

1.2.3 Tratamiento terciario: Conocido también como tratamiento avanzado es la serie de procesos destinados a conseguir una calidad superior en el agua, eliminando materia orgánica, nutrientes fósforo y nitrógeno entre otros. En este tratamiento se aplican los siguientes procesos.

- Eliminación de sólidos en suspensión: se dispone de los siguientes procesos para la eliminación:
- Microtamizado: se construye sobre tambores rotativos, el agua se alimenta de forma continua en la parte interior del tambor, fluyendo hasta una cámara de almacenamiento de agua en la parte exterior, con este proceso se consigue la eliminación del 70-90% de los sólidos en suspensión.
- Filtración: se emplea en el tratamiento de agua para eliminar los sólidos presentes en las aguas superficiales como hierro y magnesio, utilizando arena, antracita y tierra de diatomeas.
- Coagulación: se lleva a cabo utilizando sulfatos de aluminio, polielectrolitos, cal y otros reactivos químicos.
- Adsorción en carbón activo: Su aplicación se realiza en lechos empacados, tipo columnas, cargados con gránulos del material adsorbente (carbón activado) y se bombea, a través del filtro empacado. A medida que el agua fluye a través de la columna, los químicos se adsorben a la superficie porosa de los gránulos. Este método es utilizado para eliminar cloro y materia orgánica que son los causantes del mal olor, color y sabor del agua.
- Intercambio iónico: consiste en el intercambio de iones a partir de dos electrolitos, utilizando sólidos poliméricos o minerales, los intercambiadores de iones contienen resinas, zeolitas y arcilla, que se encargan de realizar el intercambio de iones, estos materiales son insolubles, con cationes o aniones intercambiables, en su superficie externa e interna.

² ROMALHO, Rubens S. Tratamiento de aguas residuales. España: Editorial Reverté, S.A. 2003. p. 411

³ Ibid., p. 503.

- Osmosis inversa: Es el transporte espontaneo de un disolvente desde una disolución diluida a una disolución concentrada a través de una membrana semipermeable, ejerciendo sobre ellos una presión, llamada presión osmótica.
- Electrodialisis: este tratamiento se realiza para la desalación del agua, el cual elimina nutrientes inorgánicos (fosforo y nitrógeno) utilizando celdas con una serie de membranas hechas de resina de intercambio iónico.

1.3 NORMATIVIDAD

La industria cosmética está regulada por la Decisión 516 del 2002, Armonización de Legislaciones en materia de Productos Cosméticos, el cual controla los riesgos sanitarios y su comercialización. También cuenta con la Norma ISO 22716 la cual proporciona una guía de buenas prácticas de fabricación para la industria de productos cosméticos.

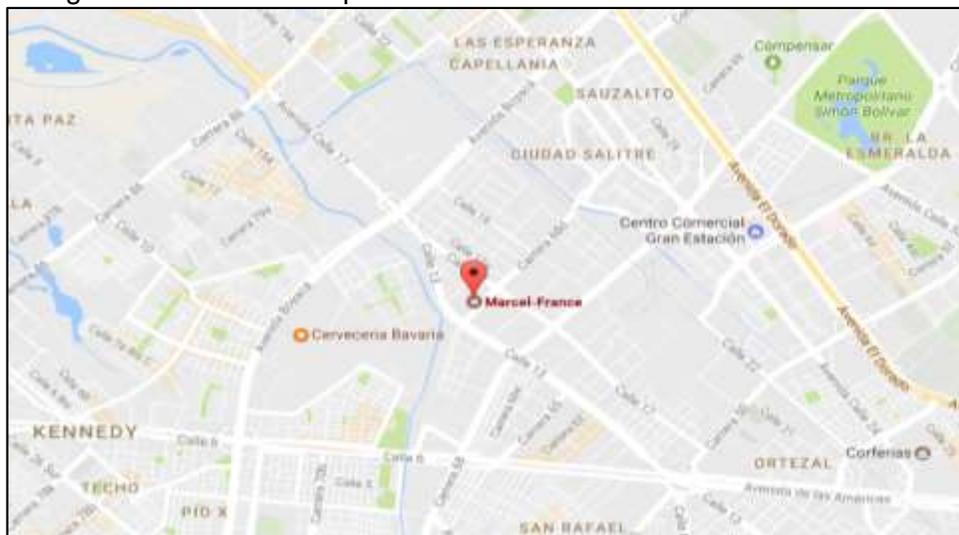
2. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE DESIONIZACIÓN DE AGUA EN LA EMPRESA MARCEL FRANCE

Marcel France es un laboratorio líder en el desarrollo y fabricación de productos cosméticos capilares y de belleza que cumplen estándares internacionales de calidad siendo reconocidos a nivel nacional e internacional, caracterizados por la innovación y creatividad de acuerdo a las tendencias del mercado, manteniendo su liderazgo en la comercialización y distribución de productos.⁴

Esta empresa cuenta con equipos adecuados para la fabricación y envasado de sus productos y un laboratorio para la formulación y realización de control de calidad al producto terminado. En la actualidad manejan diferentes líneas de producción como lo son fijadores y moldeadores, champús, sellantes, tratamientos, cambio estructural y brillo.

Esta empresa cuenta con dos sedes de producción, la primera se encuentra en París, Francia y la segunda está ubicada en la ciudad de Bogotá en la Calle 15 # 68D-32 Zona Industrial de Montevideo.

Imagen 1. Ubicación Empresa Marcel France



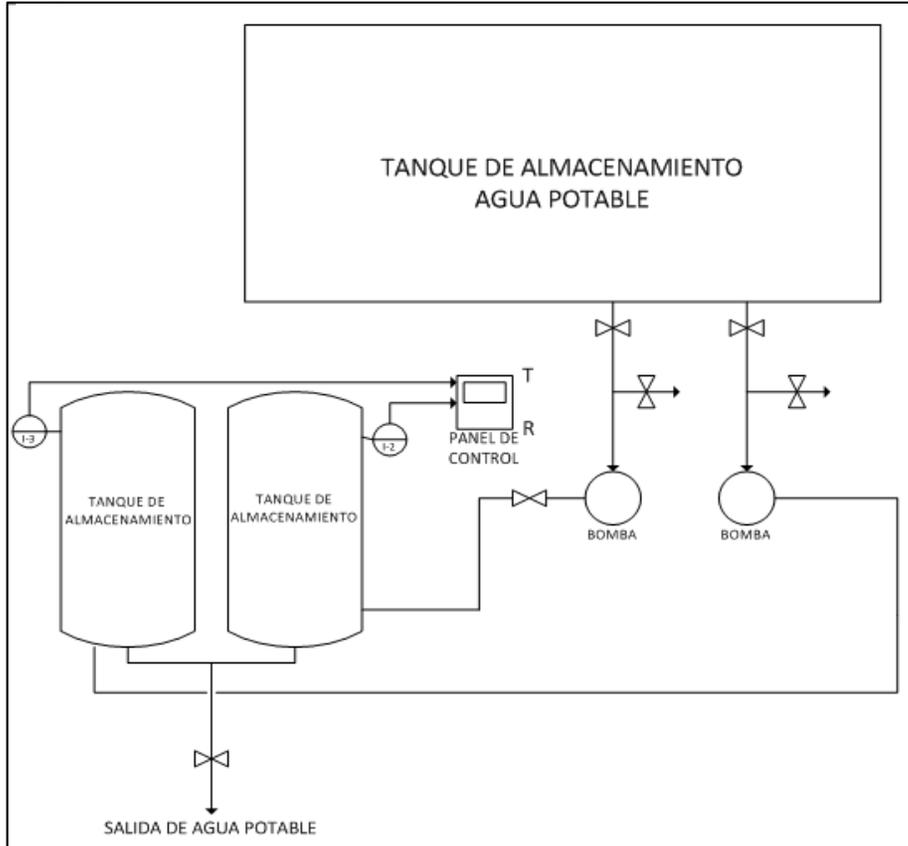
Fuente: UBICACIÓN ACTUAL EMPRESA MARCEL FRANCE, disponible en <<https://www.google.com.co/maps/place/Marcel-France/@4.64182474.1388705,14z/data=!4m5!3m4!1s0x8e3f9bf664055fe5:0xc95b6b509bd79c6b!8m2!3d4.641824!4d74.121361>>, consultado el 2 de marzo del 2017.

⁴ DEPARTAMENTO DE PRODUCCION MARCEL FRANCE

2.1 PROCESO DE DESIONIZACIÓN

Actualmente la empresa se abastece de agua mediante la Empresa Acueducto y Alcantarillado y aseo de Bogotá E.S.P (EAAB-ESP) y posteriormente es sometida a un proceso de desionización, con el cual se obtienen parámetros establecidos por la empresa para la elaboración de sus productos; el proceso cuenta con un conjunto de equipos para la eliminación de impurezas.

Diagrama 2. Sistema hidrodinámico para alimentar el proceso de desionización.



El agua potable es almacenada en un tanque con capacidad de 120 m³, el cual alimenta un sistema hidrodinámico (Diagrama 2) conformado por dos tanques y dos bombas (Imagen 2 y 3) que funcionan por medio de un panel de control con un diferencial de presión, que distribuyen el agua a las líneas de producción y área administrativa.

Imagen 2. Tanques sistema hidrodinámico.

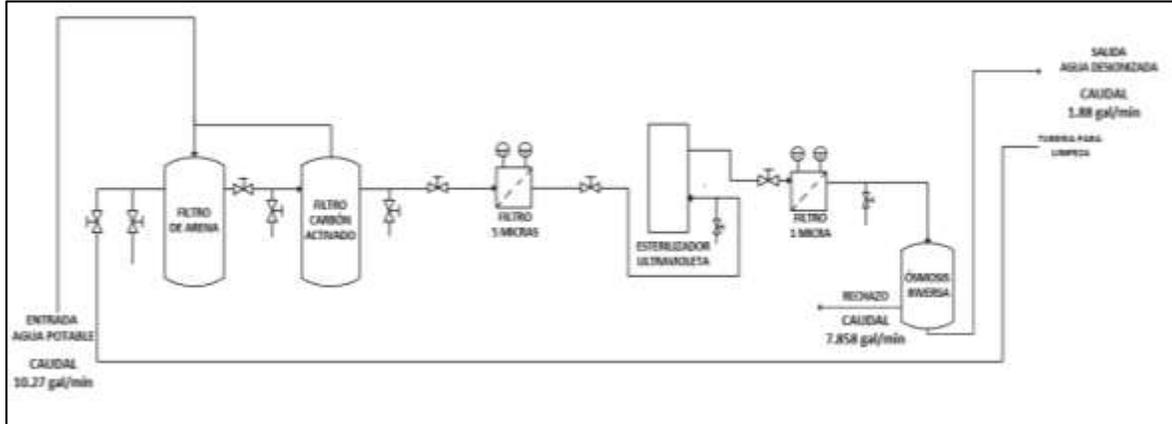


Imagen 3. Bombas sistema hidrodinámico.



El 10 % del agua es enviada al proceso de desionización (Diagrama 3) donde se empieza la purificación, iniciando con una conductividad en un rango de 85 -100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Diagrama 3. Proceso de desionización Marcel France.



2.1.1 Agua: El insumo esencial en la fabricación de productos capilares es el agua, el cual debe cumplir con características que no desestabilice el producto final, para esto se llevan a cabo análisis para el agua potable y en el agua desionizada los cuales se mencionan a continuación acogiéndose a la Norma ISO 22716.

2.1.1.1 Agua potable: las propiedades que se mencionan a continuación son los análisis que se realizan al agua almacenada y distribuida en la empresa (Anexo A).

Muestra agua potable

Cantidad: 300 cc

Fecha: 9 de junio del 2017

Cuadro 1. Análisis Agua Potable

Propiedades	Especificaciones	Resultados
Apariencia	Líquido translúcido	Cumple
Color	Incoloro	Cumple
Olor	Inoloro	Cumple
Ph	6.5- 9.0	7.16
Conductividad	Hasta 1000 $\mu\text{S} / \text{cm}$	94 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Hierro total	Máximo 0.3 mg / l	< 0.1 mg / L
Cloro libre residual	0.1 – 2.0 mg / l	0.1 mg / L
Bacterias mesófilas viables	Máximo 100 ufc /100cc	0 ufc / 100 CC
Coliformes Totales	0 ufc /100 cc	0 ufc / 100 CC
Escherichia coli	0 ufc /100 cc	0 ufc / 100 CC

2.1.1.2 Agua desionizada: las propiedades que se mencionan a continuación son los análisis que se le realizan al agua desionizada (Anexo A).

Muestra agua desionizada

Cantidad: 300 cc

Fecha: 23 de mayo 2017

Cuadro 2. Análisis agua desionizada

Propiedades	Especificaciones	Resultados
Apariencia	Líquido translucido	Cumple
Color	Incoloro	Cumple
Olor	Inoloro	Cumple
Conductividad	Máximo 10 $\mu\text{S} / \text{cm}$	6.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Cloro libre residual	0 mg / L	0.2 mg / L
Bacterias mesófilas viables	< 100 ufc /100cc	0 ufc / 100 CC
Coliformes Totales	0 ufc /100 cc	0 ufc / 100 CC
Escherichia coll	0 ufc /100 cc	0 ufc / 100 CC

2.1.2 Balance hídrico: esta industria requiere de una alta cantidad de agua, la cual es utilizada para la fabricación de sus productos capilares, Por medio de la ecuación 1 se realiza el balance hídrico, obteniendo los valores de una muestra realizada para 7 L de agua al iniciar el proceso y una segunda muestra al finalizar el proceso y obtener el agua desionizada como se observa en el diagrama 3.

Ecuación 1. Balance Hídrico

$$E_{AP} = S_{AD} + S_{AR}$$

Donde

$$E_{AP} = 10,27 \text{ gal}/\text{min} \quad \text{Caudal de agua potable}$$

$$S_{AD} = 1,88 \text{ gal}/\text{min} \quad \text{Caudal de agua desionizada}$$

$$S_{AR} = \text{Caudal de agua de rechazo}$$

Obteniendo el siguiente caudal de agua de rechazo:

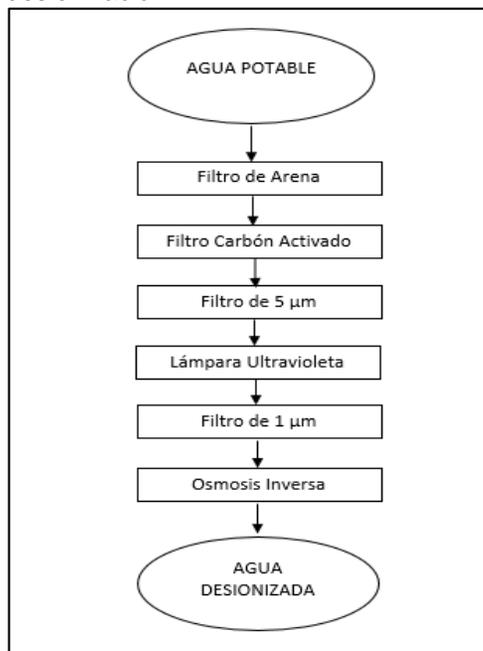
$$S_{AR} = 7,858 \text{ gal}/\text{min}$$

Actualmente se obtienen 1,8 gal/ min de agua desionizada y posteriormente para iniciar el proceso de producción general de la planta se debe cargar una marmita de 2000 L en 3 horas, el rechazo producto del equipo de osmosis es de 7,858 gal/min

con lo cual se genera una pérdida en este proceso cercana al 76%.

2.1.3 Equipos: La empresa cuenta con un proceso de desionización el cual fue instalado en el año 1998 y desde este momento solo se ha realizado cambio en los tanques de filtro de arena y filtro de carbón activado en el año 2009. Cuenta con equipos de filtración, lámpara ultravioleta y osmosis inversa los cuales realizan el tratamiento de agua potable, obtenido como resultado agua desionizada para iniciar la fabricación de sus productos, este proceso se describe en el diagrama 4 donde se observa las operaciones unitarias utilizadas actualmente por la empresa.

Diagrama 4. Diagrama de bloques operaciones unitarias proceso de desionización.



A continuación, se realiza una descripción de los equipos, así como un análisis del estado actual de todos ellos. Estos equipos se encuentran identificados en el diagrama 3.

2.1.3.1 Filtro de arena. Estructura cilíndrica, fabricada en fibra de vidrio y matriz interna en polietileno de alta densidad, opera a 150 psi y sus dimensiones son de 52 pulgadas de altura y 12 pulgadas de diámetro, este filtro funciona con una válvula de control con conexión $\frac{3}{4}$ y se cargan 50 kg de arena silíceo normal como medio filtrante utilizando una malla de 20 x 40mm (Imagen 4). Este filtro no presenta fugas en tubería ni válvula de control.

Imagen 4. Filtro de arena



2.1.3.2 Filtro de carbón activado: Estructura cilíndrica, fabricada en fibra de vidrio y matriz interna en polietileno de alta densidad, opera a 150 psi y sus dimensiones son de 52 pulgadas de altura y 12 pulgadas de diámetro, esta funciona con una válvula de control con conexión $\frac{3}{4}$ y se cargan a este tanque 25 kg de carbón activado como medio filtrante, utilizando una malla de 8 x 30 mm (Imagen 5).

Este filtro no presenta fugas en tuberías, pero si presenta fuga en la válvula de control.

Imagen 5. Filtro de carbón activado



2.1.3.3 Filtro de 5 y 1 micra: Estructura fabricada en polipropileno el cual utiliza dos manómetros de control y medio filtrante membrana GX-ESS (Cuadro 3). Estos equipos no presentan fuga en sus tuberías (Imagen 6).

Cuadro 3. Membrana GX-ESS

Membrana	Descripción
	Tipo: GX Adaptador # 1: E: 222-Anillo en O Adaptador # 2: S: Final sólido. Material de empaque: S: Silicona Longitud de cartucho: 20 pulgadas

Imagen 6. Filtro 5 micras



2.1.3.4 Esterilizador ultravioleta. Equipo SL1 FS97-008 estructura fabricada en acero inoxidable, cámara de tratamiento de acero inoxidable 316L, panel de control, contador de tiempo, lámpara de un solo final con un cuarzo de alta pureza. Presión máxima de operación 150 psig y una temperatura de 4°C a 27 °C (Imagen 7)

Este equipo no presenta fugas en su tubería, además está cumpliendo con los tiempos de mantenimiento estipulados por la empresa (ver Anexo B).

Imagen 7. Esterilizador Ultravioleta



2.1.3.5 Osmosis inversa. Este equipo está conformado por dos membranas semipermeables de 4 pulgadas de diámetro por 40 pulgadas de longitud, una bomba que distribuye el agua por todo el equipo, dos rotámetros, un presostato, válvula solenoide, dos manómetros y un tablero de control (Imagen 8).

Actualmente este equipo presenta varios problemas:

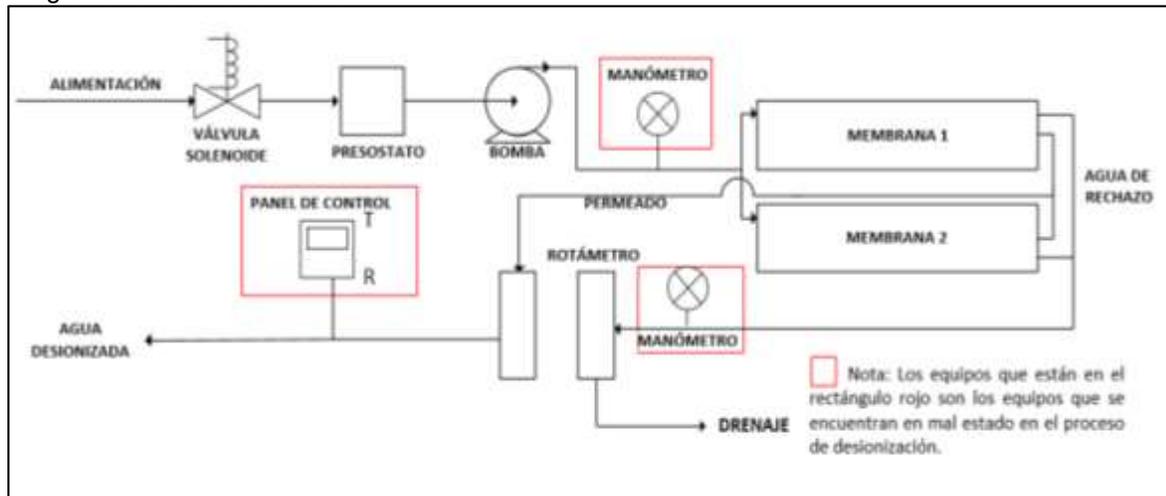
1. Tablero de control: Este sistema no funciona, no se mide ni controla la conductividad del agua.
2. Manómetros: estos instrumentos no funcionan lo cual impide saber la presión a la que está trabajando el equipo.
3. Acoples: estos acoples están generando fugas lo cual genera pérdida de caudal al finalizar el proceso.

Imagen 8. Equipo de osmosis inversa



En el diagrama 5 se observa el equipo de osmosis inversa, su proceso y los instrumentos con los cuales cuenta actualmente.

Diagrama 5. Osmosis inversa



Al finalizar este proceso de desionización la conductividad que se obtiene es de $6\mu\text{S}/\text{cm}$, cumpliendo con la especificación requerida (ver cuadro 2). El agua obtenida va directamente a producción donde tarda 3 horas para cargar una línea, lo cual disminuye la fabricación y obliga a tener una espera para iniciar otra línea de producción.

2.1.4 Mantenimiento: Se realiza la revisión anual a los filtros, a la lámpara UV y al equipo de osmosis inversa (ver Anexo B), se cambian medios filtrantes, membranas, se realiza limpieza y comprobación de funcionamiento.

En el proceso de filtración y desinfección, el agua es distribuida por tuberías galvanizada, que al no ser el material adecuado, es un foco de contaminación por la corrosión y desgaste⁵ que se presenta, lo cual se observa en la imagen 9 donde se encontró parte de esta tubería en la sección del filtro de arena (ver diagrama 3). Por el contrario, al finalizar el proceso de desionización el agua permeada es enviada a producción por medio de tubería PVC.

Imagen 9. Corrosión Tubería Galvanizada.



Como resumen de este capítulo de diagnóstico se encontró que los equipos de filtro de arena y carbón activado presentan fugas en sus válvulas de control, mal funcionamiento del equipo de osmosis inversa y contaminación de las membranas semipermeable debido a la presencia de hierro. También se encuentra desgaste y corrosión en la tubería galvanizada utilizada en el proceso de desionización.

⁵ Causas y consecuencias de la corrosión de una tubería de acero galvanizado. En: ResearchGate [en línea] disponible en https://www.researchgate.net/profile/F_Alejandro/publication/250311485_Causas_y_consecuencias_de_la_corrosion_de_una_tuberia_de_acero_galvanizado/links/54b6559b0cf24eb34f6d0bb3/Causas-y-consecuencias-de-la-corrosion-de-una-tuberia-de-acero-galvanizado.pdf [citado el 02 de agosto de 2017]

3. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVA QUE SE AJUSTE A LOS REQUERIMIENTOS DEL PROCESO DE DESIONIZACIÓN DE AGUA

En la industria cosmética se requiere de operaciones unitarias que lleven al cumplimiento de sus parámetros de funcionamiento, para llegar a esto se utilizan equipos y procesos que cumplan ciertas especificaciones, con el fin de obtener la producción deseada. Entre estas operaciones se encuentra el tratamiento que se debe realizar al agua, donde los principales aspectos que se deben tener en cuenta son la conductividad, el caudal al final del proceso de desionización y el costo de implementación. Para esto se propondrán diferentes alternativas y por medio de una matriz de selección ponderada se escogerá la opción que se ajuste a los parámetros técnicos y requerimientos de la empresa.

3.1 ALTERNATIVAS PLANTEADAS

3.1.1 Alternativa 1: El cambio de los equipos es una de las propuestas debido a que el proceso actual lleva 19 años en funcionamiento, lo cual conlleva a tener desgaste en estos equipos, por tal motivo se implementarían nuevos equipos y se tendría la secuencia operacional actual como se describe en el diagrama 6

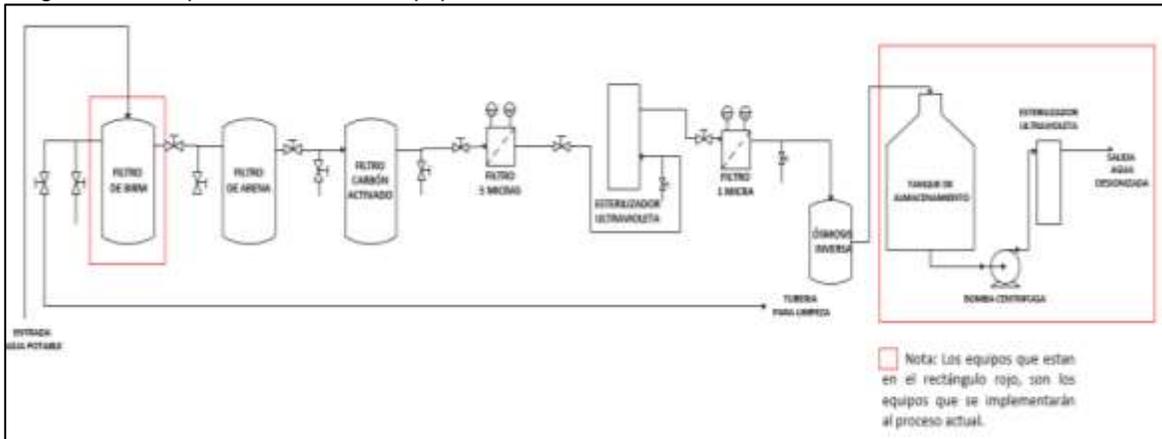
Diagrama 6. Diagrama de bloques operaciones unitarias alternativa 1.



3.1.2 Alternativa 2: La adición de equipos al proceso actual es una propuesta en la cual se instalan equipos que permiten obtener un almacenamiento del agua permeada, para posterior producción, y una eliminación de hierro por medio de un filtro de BIRM⁶ el cual evita contaminar las membranas del equipo de osmosis inversa. Esta alternativa contempla, por tanto, iniciar una hora antes el proceso de desionización lo cual permite el almacenamiento de agua permeada y tener un mayor flujo a la hora de cargar las marmitas, utilizando un sistema hidroneumático que distribuye el agua hacia las líneas de producción lo cual se observa en el diagrama 7.

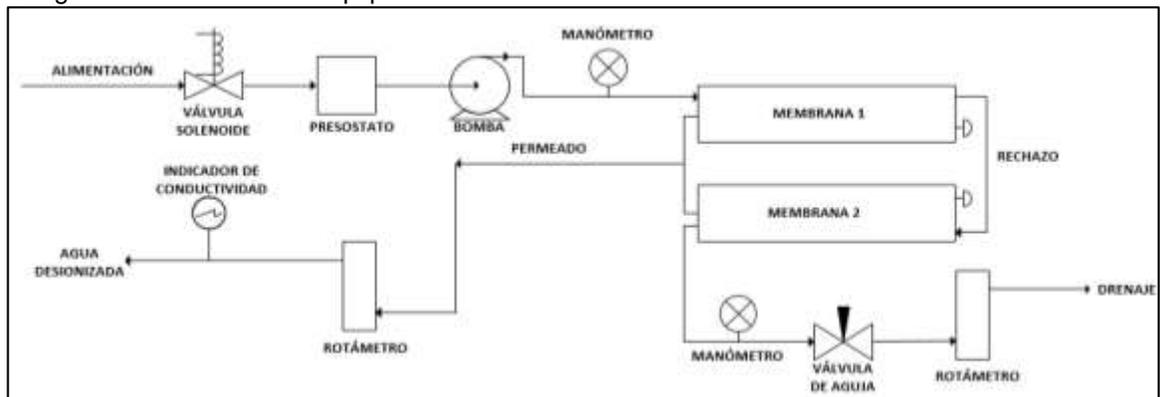
⁶ BIRM (Dióxido de manganeso) es un medio filtrante granular comúnmente utilizado para la reducción de hierro y/o manganeso en los suministros de agua. (ver Anexo D).

Diagrama 7. Implementación de equipos, alternativa 2.



3.1.3 Alternativa 3. La adecuación del equipo de osmosis inversa permitirá incrementar el caudal de agua desionizada, se realiza utilizando piezas existentes como lo son rotámetros, presostato, bomba centrífuga y carcasas de membranas, se cambiarán los manómetros, panel de control y acoples, y se implementará al equipo una válvula de aguja para controlar la presión en el drenaje del equipo permitiendo aumentar la presión en las membranas con lo cual se obtendría un mayor flujo de agua permeada y una disminución del agua de rechazo. Este proceso se observa en el diagrama 8

Diagrama 8. Adecuación equipo de osmosis inversa



3.2 SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

3.2.1 Criterios de selección: Existen diferentes parámetros que influyen sobre la selección de una alternativa, los cuales son evaluados y permiten tomar la decisión de cuál es el proceso adecuado para el cumplimiento del tratamiento de agua. Estos criterios se calificarán con un puntaje de 1 a 3, donde 3 será un criterio fuerte y 1 un criterio débil en el cumplimiento de cada alternativa.

Cuadro 4. Rangos de calificación de criterios.

Rango	Calificación
Fuerte	3
Moderada	2
Débil	1

Los criterios de selección que se establecieron para evaluar las alternativas se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Criterios de selección.

Criterio	Descripción
Caudal entregado	Se refiere a la cantidad de permeado que se obtiene al finalizar el proceso de desionización. Se busca que la alternativa cumpla con un caudal mayor a 1.8 GPM.
Costo de implementación	Se refiere al costo generado en la implementación de la alternativa. Se busca que la alternativa no requiera una inversión superior a \$20'000.000. ⁷
Conductividad	Es la medida cuantificada que se obtiene al realizar el proceso de desionización, el cual determina el cumplimiento de la normatividad para la elaboración de productos capilares, maneja un rango de 5 a 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Se busca que la alternativa cumpla con la Norma ISO 22716.
Mantenimiento	Se refiere a la necesidad de realizar mantenimiento a los equipos para el cumplimiento de los parámetros establecidos de producción.
Requerimiento de área	Se refiere a la necesidad de tener área disponible al momento de realizar cambios en el proceso. Se busca que la alternativa no requiera área adicional de 3m ² para su implementación.

El porcentaje de cada criterio indica la importancia que tiene la empresa para cumplir del con el proceso de obtención de agua desionizada. En el cuadro 6 se

⁷ Valor estipulado por la empresa

observan los criterios con sus valores ponderados, donde el costo de implementación es un factor relevante para la empresa a la hora de escoger una alternativa, en la cual se tiene que evaluar la inversión para la mejora de este proceso actual; por lo tanto, tendrá un porcentaje del 30%, siendo significativo con respecto a los demás criterios.

En el proceso de desionización la conductividad y el caudal son aspectos importantes, el primero indica que el agua al terminar su proceso se encuentra dentro de las especificaciones esperadas (ver Cuadro 1) y cumple con la normatividad para ser utilizada en la fabricación de estos productos, la segunda indica cuánta agua se genera en el proceso y puede ser utilizada a la hora de llenar las marmitas de producción; estos dos parámetros tendrán un porcentaje del 25% para la calificación de estos criterios.

Los mantenimientos se realizan periódicamente, donde se verifica el funcionamiento de cada equipo y se realiza cambio y limpieza pertinente en cada uno de ellos; este parámetro tendrá un porcentaje del 10% para la calificación de este criterio.

La implementación de un nuevo equipo requiere de un área adicional o modificación del espacio de los equipos actuales, por lo tanto, este parámetro tendrá un valor del 10% para la calificación de este criterio.

Cuadro 6. Porcentaje criterios de selección.

Criterio	%
Costo de implementación	30%
Caudal entregado	25%
Conductividad	25%
Mantenimiento	10%
Requerimiento de área	10%

3.2.2 Evaluación criterios de selección: Las alternativas seleccionadas son evaluadas con los criterios mencionados anteriormente; los cuales se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Evaluación de criterios para cada alternativa

Criterio	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Caudal entregado	Se utiliza en el proceso un equipo de osmosis inversa en el cual se obtiene un fluido permeado de 3GPM. (Ver anexo C).	Con la implementación de un tanque se logra almacenar 600 litros de agua permeada, y utilizando una bomba centrífuga para distribuir el agua se obtiene un caudal en las líneas de producción de 5 a 10 GPM.	La adecuación del equipo actual permitiría aumentar el caudal de 1,8 GPM a un valor aproximado de 3GPM. Esta prueba se realizó en el mes de febrero por la empresa de mantenimiento H-TFI High- Tech Filtración Industrial.
Conductividad	La conductividad que se requiere para la fabricación de productos capilares debe estar en un rango de 5-10 $\mu\text{m}/\text{cm}$ según la Norma ISO 22716..		
Mantenimiento	Los equipos utilizados requieren un mantenimiento anual debido a los residuos en suspensión en los filtros de arena y carbón activo, cambio de membranas en las carcassas y lavado químico en las membranas de osmosis inversa.	El filtro de BIRM requiere un mantenimiento anual, debido a los residuos en suspensión. El tanque de almacenamiento se le debe realizar una limpieza trimestral para evitar contaminación en el agua.	Este equipo requiere un lavado químico en las membranas realizando la limpieza de residuos de sólidos en suspensión, así como funcionamiento de todo el equipo. Se debe realizar este lavado cada cuatro meses.
Requerimiento de área	Esta alternativa no necesita área adicional ya que se realizará el cambio de los equipos en el mismo lugar que utiliza actualmente la empresa para este proceso.	La implementación de equipos al sistema actual requiere el aumento de área de 3 m ² para la instalación del tanque de BIRM, tanque de almacenamiento, sistema hidroneumático y lámpara ultravioleta.	Esta alternativa no requiere área adicional, ya que los cambios se realizan sobre el espacio actual del equipo.
Costo de implementación	En el numeral 3.2.2.1 se muestra la oferta para cada alternativa.		

3.2.2.1 Costo de implementación: Los valores mencionados a continuación fueron obtenidos por medio de la empresa H-TFI High- Tech Filtración Industrial S.A.S. (ver Anexo C).

Alternativa 1: En esta alternativa se realiza cambio de equipos actuales por equipos nuevos el cual genera un costo de implementación que se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Costo de implementación alternativa 1.

Referencia	Descripción	Cant.	V/uñita	V/Total
FILTRO DE TURBIDEX 13X54	Filtro de turbidex de 13x54 pulgadas , con válvula automática marca Clack	1	\$ 1.990.867 + IVA	\$ 1.990.867 + IVA
FILTRO DE CARBÓN 13X54	Filtro de carbón de 13x54 pulgadas, con válvula automática marca Clack	1	\$ 2.282.667 + IVA	\$ 2.282.667 + IVA
OSMOSIS E-4 SERIES	- Prefiltros 1 micrones – 20 pulgadas - membranas2 - Válvula Shut-off de entrada.	1	\$ 23.562.000+IVA	\$ 23.562.000+IVA
FH80000BL34PR – GX01-20	Microfiltración de 20 pulgadas 01 micra con carcasa” conex 3/4 NPT	1	\$169.384.00+IVA	\$169.384.00+IVA
FH80000BL34PR – GX05-20	Microfiltración de 20 pulgadas 05 micras con carcasa” conex 3/4 NPT	1	\$168.051.00+IVA	168.051.00.00
VH410	Equipo UV para 18GPM	1	\$2.174.116 + IVA	\$ 2.174.116.00
PGOL725	Manómetro de 0 a 100 Psi	5	\$ 58.000+IVA	\$ 232.000.00
ACCESORIOS	Accesorios de interconexión	1	\$ 350.000+IVA	\$ 350.000.00
TOMA MUESTRAS	Toma muestras en acero inoxidable	5	\$ 90.000+IVA	\$ 450.000.00
MTTO	Servicio de instalación	1	\$ 800.000+IVA	\$ 800.000.00
			SUB TOTAL	\$ 32.179.085.00
			IVA % 19	\$ 6.114.026.15
			TOTAL	\$ 38.293.111.15

Alternativa 2: La implementación de equipos al proceso actual genera un costo el cual se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9. Costo de implementación alternativa 2.

Referencia	Descripción	Cant.	V/Unita	V/Total
V1BTZ	Válvula automática de 1 pulgada 3 vías	2	\$ 1.108.653+IVA	\$ 2.217.306+IVA
TUBERIA	Cambio de tubería, hasta el punto acordado	1	\$ 450.000+ IVA	\$ 450.000+ IVA
TANQUE 600 LITROS	Tanque de almacenamiento cilíndrico 600 litros	1	\$ 480.000+IVA	\$ 480.000+IVA
HIDRO.	Sistema hidroneumático	1	\$ 2.850.000+IVA	\$ 2.850.000+IVA
BIRM 13X54	Filtro de 13x54 pulgadas con tanque en fibra de vidrio, válvula automática de 1 pulgada y medio filtrante Birm	1	\$ 2.238.837 + IVA	\$ 2.238.837 + IVA
S8QPA	Equipo UV para 8 GPM	1	\$ 1.725.000. +IVA	\$ 1.725.000. +IVA
MTTO	Servicio de instalación	1	\$ 800.000+IVA	\$ 800.000+IVA
			SUB TOTAL	\$ 10.761.143.00
			IVA 19%	\$ 2.044.617.17
			TOTAL	\$ 12.805.760.17

Alternativa 3: La adecuación del equipo de osmosis inversa genera un costo el cual se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Costo de implementación alternativa 3.

Descripción	Cant.	V/Total
Adecuación de equipo RO actual	1	\$ 2.500.000+IVA

3.2.3 Matriz de selección: Al realizar la evaluación anteriormente para cada criterio con respecto a las alternativas, se procese a calificar la matriz de selección.

Cuadro 11. Matriz de selección.

Criterios	Alternativa		
	1	2	3
Costo de implementación	1	2	3
Caudal entregado	2	3	2
Conductividad	2	2	2
Mantenimiento	2	2	1
Requerimiento de área	3	2	3
Total ponderado	1,80	2,25	2,30

Los resultados obtenidos en la matriz de selección muestran que la alternativa 2 y la alternativa 3 tienen una calificación de 2,25 y 2,3 respectivamente, cumpliendo con los parámetros establecidos por la empresa, finalmente se decide usar las dos alternativas para evaluar en el proceso actual. Con respecto a la alternativa 1 se cumplen los parámetros para la fabricación de productos capilares, pero debido al costo de implementación no son viables económicamente para la empresa.

4. DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO DE DESIONIZACIÓN

La implementación de las alternativas seleccionadas anteriormente se lleva a cabo por medio de los equipos que se van a mencionar a continuación.

4.1 TANQUE BIRM

Sistema de filtración, compuesto por válvula, tanque en fibra de vidrio, sistema distribuidor de agua y medio filtrante para la remoción de hierro y manganeso. Las especificaciones de este equipo se encuentran en el cuadro 12 y se muestra en el diagrama 7.

Cuadro 12. Tanque BIRM.

Especificaciones	Descripción
Dimensiones del tanque.	13 pulgadas de diámetro x 54 pulgadas de altura
Descripción del tanque.	Tanque en fibra de vidrio y polietileno con abertura superior 2.5 pulgadas.
Descripción de la válvula.	Tres vías/WS1
Medio filtrante.	BIRM (2FT3)
Conexión entrada/salida filtro.	1 pulgada NPT
Máxima presión.	150 psig
Máxima temperatura.	50°C

4.1.1 Medio filtrante: se utiliza el BIRM, el cual actúa como un catalizador entre el oxígeno y los compuestos de hierro solubles, mejora la reacción de oxidación y produce hidróxido férrico que precipita y se puede filtrar fácilmente (Anexo D).

Las características físicas de BIRM proporcionan un excelente medio filtrante que es fácilmente limpiado por lavado a contracorriente para eliminar el precipitado.

4.2 OSMOSIS INVERSA

La adecuación del equipo de osmosis inversa se realiza modificando y adicionando partes al sistema, lo cual incrementa el flujo de agua permeada y disminuye el rechazo del agua. Para realizar el cambio en este equipo se utilizarán piezas las cuales se mencionan en el cuadro 13, permitiendo mejorar el funcionamiento en el equipo. Este equipo se muestra en el diagrama 8.

Cuadro 13. Equipos adecuación osmosis inversa.

Nombre	Imagen	Descripción
VÁLVULA SOLENOIDE		<p>Dispositivo operado eléctricamente variando la corriente que circula a través de un solenoide (conductor ubicado alrededor de un émbolo, en forma de bobina) y es utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o completamente cerrada</p>
PRESOSTATO		<p>Un presostato, también conocido como interruptor de presión, es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido.</p>
BOMBA		<p>Maquina utilizada para bombear líquido, estas bombas centrífugas son siempre rotativas y son un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor en energía cinética o de presión de un fluido incompresible.</p>
MANÓMETRO		<p>Un manómetro de presión es un indicador analógico o digital utilizado para medir la presión de un gas o líquido. Su escala esta medida en bar o psi.</p>

Cuadro 13. (Continuación)

Nombre	Imagen	Descripción
MEMBRANA		<p>Membrana semipermeable que permite el paso de un fluido reteniendo iones y material particulado.</p>
ROTÁMETRO		<p>El rotámetro es un caudalímetro industrial que permite medir el caudal de líquidos y gases. El rotámetro consiste en un tubo y un flotador. La respuesta del flotador a los cambios de caudal es lineal, y un rango de flujo de 10 a 1.</p>
INDICADOR DE CONDUCTIVIDAD		<p>Dispositivo que mide la concentración iónica total que tiene un fluido.</p>
VÁLVULA DE AGUJA		<p>Válvula que posee un vástago cónico que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.</p>

Cuadro 13. (Continuación)

Nombre	Imagen	Descripción
ACOPLES		<p>Son elementos que permiten unir dos o más puntos en un sistema.</p>
MANGUERA		<p>Tubo largo de material flexible, que sirve para conducir por su interior un líquido de un lugar a otro, tomándolo por uno de sus extremos y expulsándolo por el opuesto.</p>

Con las piezas anteriormente mencionadas se realiza el cambio en la estructura del equipo de osmosis inversa el cual se muestra en el diagrama 8 y realizando la comparación con el diagrama 5 se observa la modificación que se implementará al equipo.

Una vez realizado el proceso de filtración mediante la aplicación de operaciones unitarias propias del tratamiento terciario, que consta de eliminación de materiales suspendidos y biológicos; el agua se somete a osmosis inversa donde se elimina sales y minerales disueltos obteniendo un valor de conductividad de 5-10 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

El paso a través de membranas se logra alcanzando una presión de 150 psi, conocida como presión osmótica, lograda por una bomba centrífuga, el agua presurizada entra a la carcasa de la membrana 1 que cuenta con dos salidas, permeado y rechazo, el primero es dirigido a línea de producción, mientras el rechazo es la entrada a la membrana 2, en la cual por medio de la válvula de aguja se aumenta y mantiene la presión osmótica, favoreciendo el permeado y disminuyendo el caudal de agua de rechazo.

Con la adecuación mencionada anteriormente se favorece el procesamiento y purificación del agua, logrando un caudal de 3 GPM.

4.3 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Tanque en acero inoxidable de 600 litros con dimensiones de 50 pulgadas de altura x 41 pulgadas de diámetro. Este equipo se muestra en el diagrama 7.

4.4 EQUIPO DE DESINFECCIÓN S8Q-PA – VIQUA

Equipo de desinfección ultravioleta en carcasa de acero inoxidable. Sus especificaciones se encuentran en el cuadro 14 y se muestra en el diagrama 7.

Cuadro 14. Equipo de desinfección.

Especificación	Descripción
Dimensión	90.4 cm
Capacidad	8GPM a 30 mJ/cm ²
Material de la cámara de reacción	Acero inoxidable 304
Voltaje	120V / 60 Hz
Wattios total	46 W
Wattios totales lámpara	37W
Máxima presión de operación	125 psi
Rango de temperatura	2 – 40°C
Conexiones entrada / salida	¾ pulgada NPT
Horas de operación lámpara	Recomendada 9000 horas

Adicional a los equipos mencionados se realiza un cambio en la tubería de todo el sistema, cambio en las válvulas de control de los filtros de arena y carbón activo y por medio de un sistema hidroneumático es distribuida el agua almacenada en el tanque a las líneas de producción.

5. ANÁLISIS DE COSTOS

En este análisis se tienen en cuenta el tiempo de llenado de 1100 litros de agua permeada, el cual equivale al 70% de agua para iniciar la producción, donde se requiere una espera de tres horas para iniciar la fabricación, teniendo en cuenta que el caudal de ingreso de agua es de 1,8 GPM.

De acuerdo a las alternativas seleccionadas resultantes de la matriz de selección planteada en el capítulo 3, las mejoras a implementar reducirían las pérdidas de presión y de fluido, generando así un aumento en el caudal permeado, y por medio de un tanque de almacenamiento se obtiene un flujo de 5 a 10 GPM para cargar las marmitas, como se muestra en el cuadro 15.

Cuadro 15. Comparativo proceso actual / Alternativas seleccionadas

Parámetros	Caudal (GPM)	Tiempo (min)	Mejora caudal
Proceso actual	1,8	162	-
Alternativa 2	5,0	56	66%
Alternativa 3	3,0	97	40%

5.1 COSTO DE INVERSIÓN

Los costos de inversión corresponden a la cotización solicitada y facilitada por la empresa H-TFI, High Tech-filtración industrial. S.A.S.

De la cotización se extraen los valores del cuadro 16 para la alternativa de adecuación del equipo de osmosis inversa.

Cuadro 16. Costo de implementación de alternativa 1.

Equipo	Valor unidad	Cantidad	Valor total
Manómetro	98.000 + IVA	2	196.000
Indicador de Conductividad	420.000 + IVA	1	420.000
Accesorios	350.000 + IVA	1	350.000
Válvula de aguja	120.000 + IVA	1	140.000
Servicio de instalación	1'000.000 + IVA	1	1'000.000
		SUB TOTAL	2'086.000
		IVA 19%	400.140
		TOTAL	2'500.000

De la cotización se extraen los valores del cuadro 17 para la alternativa seleccionada de implantación de los equipos al proceso actual.

Cuadro 17. Costo de implementación de alternativa 2.

Referencia	Descripción	Cant.	V/Unita	V/Total
V1BTZ	Válvula automática de 1 pulgada 3 vías	2	\$ 1.108.653+IVA	\$ 2.217.306+IVA
TUBERIA	Cambio de tubería, hasta el punto acordado	1	\$ 450.000+ IVA	\$ 450.000+ IVA
TANQUE 600 LITROS	Tanque de almacenamiento o cilíndrico 600 litros	1	\$ 480.000+IVA	\$ 480.000+IVA
HIDRO.	Sistema hidroneumático	1	\$ 2.850.000+IVA	\$ 2.850.000+IVA
BIRM 13X54	Filtro de 13x54 pulgadas con tanque en fibra de virio azul, válvula automática de 1 pulgada y medio filtrante Birm	1	\$ 2.238.837 + IVA	\$ 2.238.837 + IVA
S8QPA	Equipo UV para 8 GPM	1	\$ 1.725.000. +IVA	\$ 1.725.000. +IVA
MTTO	Servicio de instalación	1	\$ 800.000+IVA	\$ 800.000+IVA
			SUB TOTAL	\$ 10.761.143.00
			IVA 19%	\$ 2.044.617.17
			TOTAL	\$ 12.805.760.17

Después de obtener los valores de la cotización se realiza el costo total para la mejora del proceso de desionización el cual se muestra en el cuadro 18.

Cuadro 18. Costo total.

COSTO	VALOR
Adecuación equipo de osmosis inversa	\$2'500.000
Implementación de equipos	\$12'805.760
TOTAL	\$15'305.760

Como se observa anteriormente los costos para la implementación de las alternativas son de \$ 15'305.760 lo cual permite aumentar el caudal a 5 GPM y disminuir el tiempo a 58 min de carga de las marmitas para iniciar la fabricación de los productos capilares.

6. CONCLUSIONES

- Actualmente el proceso de desionización de agua se encuentra en funcionamiento; presenta daños en las válvulas de control de los filtros de arena y carbón activado como en piezas del equipo de ósmosis inversa. También se encontró que los medios filtrantes están afectados por el desgaste proveniente de la tubería galvanizada.
- Para la selección y evaluación de una mejora en el proceso de desionización de agua se establecieron 3 alternativas, y por medio de una matriz de selección se escogió la alternativa 2 que consisten en implementar un filtro de BIRM, un tanque de almacenamiento y una lámpara ultravioleta; y alternativa 3 se enfoca en realizar la adecuación del equipo de osmosis inversa, teniendo en cuenta los criterios de la empresa en cuanto a la capacidad de procesamiento, tiempo de carga, conductividad del agua y costos de implementación.
- Se propone implementar al proceso actual un tanque con medio filtrante BIRM, tanque de almacenamiento de 600 litros, sistema hidrodinámico y lámpara ultravioleta. También se plantea realizar adecuación al equipo de osmosis inversa para mejorar el flujo de salida de agua desionizada de 1.8 gal/min a 3 gal/min para ser almacenada y posteriormente distribuida a la planta de producción.
- La inversión requerida para la mejora del proceso de desionización es de \$15'305.760, con lo cual se aumenta el caudal a 5 gal/min, disminuyendo el tiempo de llenado de las marmitas de 180 min a 58 min para iniciar la fabricación de productos capilares.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar prueba piloto de las alternativas 2 y 3 para la implementación de equipos al sistema actual y la adecuación del equipo de osmosis inversa seleccionadas en este trabajo.
- Desarrollar una alternativa para reutilizar el agua de rechazo proveniente del equipo de osmosis inversa.
- Realizar la implementación de control de instrumentos y funcionamiento de equipos.
- Desarrollar una alternativa para la disminución de iones por medio del intercambio iónico como reemplazo del proceso de osmosis inversa.

BIBLIOGRAFÍA

AQUAFINE CORPORATION. SP & SL Series, High Performance Ultraviolet Systems. [Catálogo]. Estados Unidos de América.

CLACK CORPORATION. Residential Distributors. [Catálogo]. Estados Unidos de América.

CLACK CORPORATION. Birm. [Catálogo]. Wisconsin, Estados Unidos de América.

COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VIGILANCIA DE MEDICAMENTOS Y ALIMENTOS, INVIMA. Decisión 516, Armonización de Legislaciones en materia de Producto Cosméticos. Comunidad Andina, 2002.

DONAU CARBON. Lurgi Aktivkohle, Carbon Activado. [Catálogo]. Alemania.

GE POWER & WATER. Hytrex, Depth Cartridge Filters. [Catálogo] Estados Unidos de América.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Sexta actualización. Bogotá: El instituto, 1998.

_____. Referencias bibliográficas, contenido, forma, y estructura. NTC 5613. Bogotá: el Instituto. 2008.

_____. Referencias documentales para fuentes de informaciones electrónicas. NTC 4490. Bogotá: el instituto. 1998.

ROMALHO, Rubens Sette. Tratamiento de aguas residuales. Reverté, 2003.

VILAR BARRIO, Jose Francisco; GOMÉZ FRAILE, Fermín; TEJERO MONZÓN, Miguel, Las Siete Nuevas Herramientas Para La Mejora de la Calidad. FC Editorial, 1997.

WAVE CYDER. Pressure Tank. [Catálogo]. Estados Unidos de América.

WEBER, Walter J, Control de la calidad del agua: Proceso fisicoquímicos. Reverté, 1979.

VALDIVIA MEDINA, Rodes Yanet; PEDRO VALDÉS, Sandra; LAUREL GÓMEZ, Maylin. Agua para el uso de laboratorios. Boletín Científico Técnico INIMET Instituto Nacional de Investigación en Metrología. Ciudad de la Habana, Cuba. 2010.

ANEXOS

**ANEXO A
ANALISIS AGUA POTABLE- AGUA DESIONIZADA**

 Cosmetio-France Ltda.	AGUA POTABLE CODIGO: 220266	CODIGO: PM-LB-0070
		REVISIÓN 08
		PAG 1 de 1

Punto de muestreo: punto hidrológico Muestreado por: H. García
 Hora de muestreo: 8:00 a.m. Fecha de muestreo: 2017-06-09
 Cantidad: 300 cc.

Propiedades	Especificaciones	Método	Resultados
Apariencia	Líquido transparente	MA-FQ-0040	Comple.
Color	Incoloro	MA-FQ-0010	Comple.
Olor	Inoloro	MA-FQ-0011	Comple.
pH	6.5 - 9.0	MA-FQ-0022	7.16
Conductividad	Hasta 1000 microsiemens / cm (microsiemens por cm = micromhos por cm)	Decreto 1575 - 2007 Calidad agua potable	94 μ S/cm
Hierro total	Máximo 0.3 mg/l	MA-FQ-0001	< 0.1 mg/l
Cloro libre residual	0.1 - 2.0 mg/l	MA-MB-0008	0.1 mg/L
Bacterias mesófilas viables	Máximo 100 ufc/ 100 cc	MA-MB-0007	0 ufc/100 cc
Coliformes Totales	0 ufc/ 100 cc	MA-MB-0007	0 ufc/100 cc
Escherichia coli	0 ufc/ 100 cc	MA-MB-0007	0 ufc/100 cc

	Analizado por	Fecha
Dpto de Físico química	<i>J. Linares et. Rosales</i>	2017-06-09
Dpto de Microbiología	<i>J. Linares et. Rosales</i>	2017-06-14

Observaciones y Cálculos:

Elaborado: Lilliana M. Lozada Ruiz	Revisado: Nubia C. Robles M.	Aprobado: Lilliana M. Lozada R.
Firma: <i>Lilliana M. Lozada Ruiz</i>	Firma: <i>Nubia C. Robles M.</i>	Firma: <i>Lilliana M. Lozada R.</i>
Fecha: 2010/02/09	Fecha: 2010/02/09	Fecha: 2010/02/10



AGUA DESMINERALIZADA

CODIGO: 220206

CODIGO: PM-LB-0001

REVISIÓN 02

PAG 1 de 1

Punto de muestreo: punto 7 Muestreado por: 4/lozada
 Hora de muestreo: 7:30 am Fecha de muestreo: 2017-05-23
 Cantidad: 300 c.c.

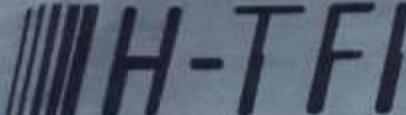
Propiedades	Especificaciones	Método	Resultados
Apariencia	Líquido transparente	MA-FQ-0040	Completo
Color	Incoloro	MA-FQ-0010	Completo
Olor	Inoloro	MA-FQ-0011	Completo
Conductividad	Máximo 10 uS/cm	PS-FQ-0011	6.0 uS/cm
Cloro libre residual	0 mg/l	MA-MB-0008	0.2 mg/L
Recuento mesófilos viables	< 100 ufc/ 100 cc	MA-MB-0007	0 UFC/100 cc
Coliformes totales	0 ufc/ 100 cc	MA-MB-0007	0 UFC/100 cc
Escherichia coli	0 ufc/ 100 cc	MA-MB-0007	0 UFC/100 cc.

	Analizado por	Fecha
Dpto de Físico química	<i>L. Lozada R.</i>	2017-05-23
Dpto de Microbiología	<i>L. Lozada R.</i>	2017-05-31

Observaciones y Cálculos:

Elaborado: Lilliana M. Lozada. Nubia Robles M.	Revisado: Lilliana M. Lozada Ruiz	Aprobado: Lucy Vera de Moyano
Firma: <i>L. Lozada / N. Robles</i>	Firma: <i>L. Lozada R.</i>	Firma: <i>Lucy Vera de Moyano</i>
Fecha: 2003/08/14	Fecha: 2003/08/15	Fecha: 2003/08/15

**ANEXO B
MANTENIMIENTO ANUAL MARCEL FRANCE**



H-TFI
HIGH-TECH FILTRACION INDUSTRIAL S.A.S.
Nº: 800.155.565-7

INFORME DE SERVICIO No.

O/COMPRA
Y/O SERVICIO No.

CÓDIGO FOR-SIG-43
VERSIÓN 1.0
623

CLIENTE: Comun. France LTDA

ASUNTO: Mantenimiento Agua

UBICACIÓN: Planta de Tratamiento

CONTACTO: Uguito Ortiz

CIUDAD: Bogotá

VOLTAJE: 210 Volts, trifásico / 220 Voltios

FECHA: 28 Enero 2017

EQUIPO: Sumos filtros ultravioleta

MARCA: US Filter / ENDRESS / US Filter

MODELO: 3500 / 12V32 / SL-1

SERIE: LW-1617 / NA / PS9700B

AMP.: NA

REPUESTOS CAMBIADOS			SUMINISTRADOS POR:	
No. PARTE/CÓDIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	CLIENTE	HTFI
1	Carbon activado grado Hulla B+30	25 kg		✓
2	Arena silicea Hulla 30-40	50 kg		

RESUMEN DEL SERVICIO

Se realizó aislamiento hidráulico y eléctrico del sistema. Se retiraron conexiones de tubería y se retiraron tanques de 12" x 36". Se retiraron medias filtrantes de Turbiter y Carbon activado. Se realizó granulación de hierro en los medios que se retiraron. Los distribuidores se encuentran en buen estado. Se cargó 25 kg de carbon activado y 50 kg de arena silicea en los respectivos tanques. Se instalaron válvulas automáticas y se realizó proceso de retrolavado y ensayo de los medios instalados. Se realizó lavado químico de las membranas inicialmente con solución ácida al 0.5% por espacio de 1 hora. Al momento de ensayar el agua se observó fuga por el presostato. Se corrigió el sistema y se volvió a ensayar por 1 hora. Se realizó ensayo final. El grupo quedo con 0.3 ppm de hierro y 1.8 ppm de permanganato. Se revisó equipo UV. Se hizo el chequeo de tuberías. El señor Danilo Ortiz lo reparó. Se hizo tiempo.

RECOMENDACIONES: Inspeccionar presostato electrónico para disminuir acumulación de agua. Cambio de equipo UV porque se encuentran instalados por años. Revisión presostato equipo UV para fugas sistema. / Lectura Membranas UV 21005.03

REALIZADO POR: Gustavo Heredia

FECHA REALIZACIÓN: 28 Enero 2017

Aracely Heredia

SERVICIO FINALIZADO SI NO

RESPONSABLE HTFI

NOMBRE: Gustavo Heredia

FIRMA: [Firma]

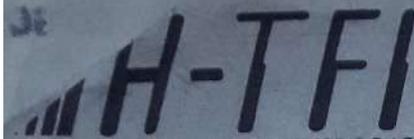
HORA DE LLEGADA: 07:00 HORA DE SALIDA: 15:00

RECIBIDO A SATISFACCION

NOMBRE: _____

FIRMA: _____

DESARROLLO Y EXPERIENCIA EN TRATAMIENTO DE AGUA Y AIRE
Calle 37 A sur No. 72 L - 19 - PBX: (57 - 1) 450 56 71
E-mail: htfigrb.net.co - www.htfi.com.co Bogotá, D.C. - Colombia



HIGH - TECH FILTRACION INDUSTRIAL S.A.S.
Nit: 800.155.565-7

INFORME DE SERVICIO No.

CÓDIGO FOR-SIG-43
VERSIÓN 1.0

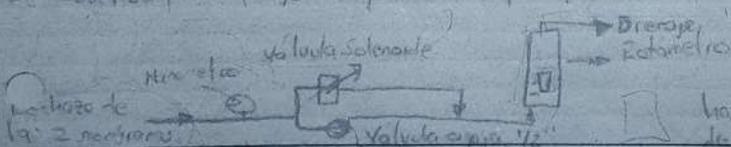
CLIENTE: PROFRANCE EU.
ASUNTO: CAMBIO MEMBRANAS OJ.
UBICACIÓN: PLANTA 6604
CONTACTO: ING EUGENIO CASTELLANOS
CIUDAD: BOGOTÁ
VOLTAJE: 110 Voltios

O/COMPRA Y/O SERVICIO No. 631

FECHA: 09 FEBRERO 2017
EQUIPO: OSMOIS
MARCA: US FILTER
MODELO: LW 1617
SERIE: 350 100 system
AMP.: 1.8 Amp

REPUESTOS CAMBIADOS		SUMINISTRADOS POR:		
No. PARTE/CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	CLIENTE	HTFI

RESUMEN DEL SERVICIO

Se realiza el aislamiento hidráulico del sistema.
Se retiran tapones y conexiones en tubing de 1/2 pulg.
Se retiran las membranas General Electric con los siguientes números de serie: 2141222780 y 2141222973.
Se procede a limpiar los housings y a instalar las membranas nuevas.
Se instalan membranas General Electric AK-90 con los siguientes números de serie: 2160921930 y 2160921901. Se instalan tapones nuevos y las respectivas conexiones de mangueras. Se da arranque al equipo.
Se observa para flujo de permeado por falta de validez de flujo en el rechazo.

Regular válvula de agua hasta obtener una presión adecuada de 150 psi.

RECOMENDACIONES:
Al instalar el sistema de la máquina como se indica en la gráfica se recomienda el flujo de permeado y se garantiza flujo por el rechazo para poder operar la máquina de las membranas.

REALIZADO POR: Gustavo Herrera / Saire Armando Herrera
FECHA REALIZACIÓN: 09 FEBRERO 2017

SERVICIO FINALIZADO SI NO HORA DE LLEGADA: _____ HORA DE SALIDA: _____

RESPONSABLE HTFI: Gustavo Herrera RECIBIDO A SATISFACCION: Eugenio Castellanos
NOMBRE: Gustavo Herrera NOMBRE: Eugenio Castellanos
FIRMA: [Firma] FIRMA: [Firma]

DESARROLLO Y EXPERIENCIA EN TRATAMIENTO DE AGUA Y AIRE
Calle 37 A sur No. 72 L - 19 - PBX: (57 - 1) 450 56 71
E-mail: htfi@etb.net.co - www.htfi.com.co Bogotá, D.C. - Colombia

ANEXO C COTIZACIÓN



Bogotá, D.C. Abril 06 de 2017

Señores
MARCEL FRANCE
Atn, Claudia Díaz
E-mail: claumil92@hotmail.com
Cel: 3185933556
Bogotá

COT 17-0616

Estimados señores

Atendiendo a su solicitud con la presente cotizamos filtros de turbidex, , fabricado por nuestros representados **CLACK CORPORATION**

Nuestra empresa **HIGH-TECH FILTRACION INDUSTRIAL SAS**, les ofrece a sus clientes un sólido respaldo técnico en soluciones de ingeniería para el tratamiento de fluidos, con el aval de empresas reconocidas internacionalmente.

Es de nuestro interés ofrecerle la mejor solución tecnológica para atender sus necesidades y establecer relaciones de confianza y acompañamiento para prestarle un eficiente soporte técnico.

Solicitud: Opción 1

Filtro de turbidex, Filtro de carbón, micro filtración de 5 y 1 micra de 20", equipo de osmosis E4, Equipo UV para 18GPM, mano de obra.

1.1 FILTRO DE TURBIDEX 13x54 AUTOMATICO

Sistema de filtración manual, el cual reduce la cantidad de agua empleada para el proceso de retrolavado. Compuesto por válvula automática, tanque en fibra de vidrio, sistema distribuidor del agua y medio filtrante para la remoción de partículas.

Dimensiones tanque	13 Pulgadas x 54 pulgadas
Capacidad	5gpm - 5gpm/f ²
Descripción del tanque	Tanque en fibra de vidrio y polietileno con abertura superior e inferior de 2.5 pulg NPT
Descripción de la válvula	Válvula Automática 1" para filtro.
Medio filtrante	Turbidex (2ft ³)
Conexión entrada/salida filtro	1" NPT
Máx. Presión	150 psig
Máx. Temperatura	50 °C.

1.2 FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO 13X54 AUTOMATICO

Sistema de filtración automático. Compuesto por válvula automática tanque en fibra de vidrio, sistema distribuidor del agua y medio filtrante diseñado para remover retención de material particulado.

Dimensiones tanque aprox.	13 pulg x 54 pulg
Descripción del tanque	Tanque en fibra de vidrio con abertura en la cima.
Descripción de la válvula	Automática marca Clack V1BTZ
Medio filtrante	Carbón activo (2ft ³)
Conexión entrada/salida filtro	1" NPT
Máx. Presión	150 psig
Máx. Temperatura	50 °C
Incluye	Distribuidor inferior



DESARROLLO Y EXPERIENCIA EN TRATAMIENTO DE AGUA Y AIRE
Calle 17A Sur No. 721 - 19 / PBX: 743 5910
Bogotá, D.C. - Colombia / www.htfi.com.co / E-mail: ventas@htfi.com.co

1.3 EQUIPO DE ÓSMOSIS INVERSA E4 LE-4400

Presión de operación	100-110 psi (6.9-7.6 bar)
Porcentaje de recuperación	50-75%
Flujo de permeado	3 gpm (0.7m3/h)
Flujo de concentrado	3.0-1.0 GPM (0.7-0.2M3/H)
Porcentaje de retención nominal	95-98%
Temperatura de operación	55-85 °F (13-30°C)
Mínima presión a la entrada	30 psi (2 bar).
Temperatura de diseño	77°F (25°C)
Materiales de construcción	
Estructura	Acero al carbón recubierto con pintura epóxica
Tubería de baja presión	Schedule 80 PVC
Tubería de alta presión	Acero inoxidable
Arrancadores del motor	NEMA 4X
Características de la Bomba de alta presión	
Marca	TONKAFLO SS1809X, Centrífuga multietapa
Carcasa	Acero inoxidable/ Noryl
Motor	3 fases, TEFC, 190/380/460 VAC, 1.5 HP.
Membrana	
Número de membranas	2
Arreglo	1-1
Tipo de membrana	Desal AK4040FM
Carcasa de membrana	FRP
Prefiltros	
Cantidad de Pre-filtros	1 micra
Referencia de pre-filtros	1
Carcasa	ROZ.S01-20
	POLIPROPILENO
Conexiones	
Entrada	0.75"
Permeado	0.5"
Concentrado	0.5"
Dimensiones	
Altura	127 cm
Ancho	76 cm
Profundidad	51cm
Peso	83 Kg.

1.4 EQUIPO DESINFECCION UV VIOUA 18 GPM VH410

Flujo	18 GPM - 30 MJ/cm ²
Peso	7.7 Kg (17 Lb)
Voltaje	120 V / 60 Hz
Wattios total	60 W
Máxima presión de operación	125 psig
Rango de temperatura	2- 40° C





HIGH - TECH FILTRACION INDUSTRIAL S.A.S.
NIT: 800.155.565 - 7

Conexiones entrada salida
Lámpara de reemplazo
Cuarzo
Balasto



¾"-1" mnpt
S410RL-HO
QSO-410
BA-ICE-CL

Características:

- Cámara de reacción en acero inoxidable 304 pulido, tubo de cuarzo.
- Diseño compacto que requiere una pequeña instalación.
- Balasto electrónico con LED indicador "Power" y alarma audible (Lamp-On), display que indica horas de operación.
- Fácil servicio, no se necesita desconectar el flujo de agua para cambiar la lámpara UV
- Garantía por defectos de manufactura: siete (7) años en la cámara de reacción.
- En cuanto a equipos eléctricos se refiere, la garantía no incluye daños ocasionados por sobrecargas o bajo voltaje, cortos, idas de fase en el fluido eléctrico de alimentación.

2. OFERTA ECONOMICA OP 1

Referencia	Descripción	Cant.	V/unita	V/Total
Filtro de turbidex 13X54	Filtro de turbidex de 13x54, con válvula automática marca Clack	1	\$ 1.990.867 + IVA	\$ 1.990.867 + IVA
Filtro de carbón 13X54	Filtro de carbón de 13x54, con válvula automática marca Clack	1	\$ 2.282.667 + IVA	\$ 2.282.667 + IVA
OSMOSIS E-4 SERIES	- Prefiltros 1 micrones - 20" - membranas2 - Válvula Shut-off de entrada - Rotámetros de permeado y concentrado - Protección térmica del motor - Manómetro de presión de entrada, - pre filtro, pos filtro y final. Centro de control de flujo incluyendo válvulas de concentrado y reciclo,	1	\$ 23.562.000+IVA	\$ 23.562.000+IVA
FH80000BL34PR - GX01-20	Microfiltración de 20" 01 micra con carcasa" conex 3/4 NPT	1	\$169.384.00+IVA	\$169.384.00+IVA
FH80000BL34PR - GX05-20	Microfiltración de 20" 05 micras con carcasa" conex 3/4 NPT	1	\$168.051.00+IVA	168.051.00.00
VH410	Equipo UV para	1	\$2.174.116 + IVA	\$ 2.174.116 .00



DESARROLLO Y EXPERIENCIA EN TRATAMIENTO DE AGUA Y AIRE
Calle 37A Sur No. 72L - 19 / PBX: 743 5910
Bogotá, D.C. - Colombia / www.htfi.com.co / E-mail: ventas@htfi.com.co

18GPM				
PGOL725	Manómetro de 0 a 100 Psi	5	\$ 58.000+IVA	\$ 232.000.00
ACCESORIOS	Accesorios de interconexión	1	\$ 350.000+IVA	\$ 350.000.00
TOMA MUESTRAS	Toma muestras en acero inoxidable	5	\$ 90.000+IVA	\$ 450.000.00
MTTO	Servicio de instalación	1	\$ 800.000+IVA	\$ 800.000.00
SUB TOTAL				\$ 32.179.085.00
IVA % 19				\$ 6.114.026.15
TOTAL				\$ 38.293.111.15

Solicitud: Opción 2.

Válvula automática de 1", (cambio de tubería hasta el punto acordado), tanque de almacenamiento cilíndrico de 600 litros, sistema hidroneumático, filtro de birm 13x54 automático, equipo UV 8GPM.

2.1 FILTRO DE BIRM 13X54 AUTOMATICO

Sistema de filtración, el cual reduce la cantidad de agua empleada para el proceso de retrolavado. Compuesto por válvula, tanque en fibra de vidrio, sistema distribuidor del agua y medio filtrante para la remoción de hierro y manganeso.

Dimensiones tanque	13 Pulgadas x 54 pulgadas
Descripción del tanque	Tanque en fibra de vidrio y polietileno con abertura superior 2.5 pulg tres vias / WS1
Descripción de la válvula	BIRM (2 FT3)
Medio filtrante	1" NPT
Conexión entrada/salida filtro	150 psig
Máx. Presión	50 °C
Máx. Temperatura	

2.2 EQUIPO DE DESINFECCION S8Q-PA - VIQUA

Equipo de desinfección ultravioleta	en carcasa de acero inoxidable.
Referencia	S8Q-PA
Capacidad	8 GPM a 30 mJ/cm ²
Material de la cámara de reacción	Acero Inoxidable 304
Voltaje	120V/60 Hz
Wattios total	46 W
Wattios totales lámpara	37 W
Máxima presión de operación	125 psi
Rango de temperatura	2- 40°C
Conexiones entrada salida	3/4" NPT
Cantidad Lámparas	1 unidad REF: S810RL
Horas de operación lámpara	recomendada 9000 horas



3. OFERTA ECONOMICA OP. 2

Referencia	Descripción	Cant.	V/unita	V/Total
------------	-------------	-------	---------	---------



DESARROLLO Y EXPERIENCIA EN TRATAMIENTO DE AGUA Y AIRE
Calle 37A Sur No. 72L - 19 / PBX: 743 5940
Bogotá, D.C. - Colombia / www.htfi.com.co / E-mail: ventas@htfi.com.co

V1BTZ	Válvula automática de 1" 3 vías	2	\$ 1.108.653+IVA	\$ 2.217.306+IVA
TUBERIA	Cambio de tubería, hasta el punto acordado	1	\$ 450.000+ IVA	\$ 450.000+ IVA
TANQUE 600 LTRS	Tanque de almacenamiento cilíndrico 600 litros	1	\$ 480.000+IVA	\$ 480.000+IVA
HIDRO.	Sistema hidroneumático	1	\$ 2.850.000+IVA	\$ 2.850.000+IVA
BIRM 13X54	Filtro de 13x54 con tanque en fibra de virio azul, válvula automática de 1" y medio filtrante Birm	1	\$ 2.238.837 + IVA	\$ 2.238.837 + IVA
S8QPA	Equipo UV para 8 GPM	1	\$ 1.725.000. +IVA	\$ 1.725.000. +IVA
MTTO	Servicio de instalación	1	\$ 800.000+IVA	\$ 800.000+IVA
SUB TOTAL				\$ 10.761.143.00
IVA 19%				\$ 2.044.617.17
TOTAL				\$ 12.805.760.17

3. OFERTA ECONOMICA OP. 3

Descripción	Cant.	V/Total
Adecuación de equipo RO actual	1	\$ 2.500.000+IVA

CONDICIONES COMERCIALES

FORMA DE PAGO	: 30 DIAS
SITIO DE ENTREGA MERCANCIA	: PLANTA MARCEL FRANCE
TIEMPO DE ENTREGA	: 10 DIAS A PARTIR DE OC Y TRANFERENCIA
VALIDEZ DE LA OFERTA	: 30 DIAS A PARTIR DE LA FECHA

GARANTIA

HIGH TECH FILTRACION INDUSTRIAL SAS garantiza el material por un periodo de 1 año a partir de la fecha de entrega, limitándose esta garantía al cambio o reparación de las piezas o del equipo reconocido como defectuoso.

Esta garantía no cubre reemplazo o reparaciones por averías, deterioros o accidentes debidos a negligencias por parte del usuario o un tercero ajeno al proveedor, manipulación incorrecta, no informar oportunamente al proveedor la existencia de alguna falla, hacer caso omiso a las recomendaciones impartidas por el proveedor para el correcto funcionamiento de los equipos suministrados, falta de mantenimiento, protección inadecuada, fallas originadas por elementos ajenos a nuestra provisión.

Observaciones:

- FAVOR CONSIGNAR EN LA CUENTA CORRIENTE BANCOLOMBIA No 215-45629-02-6 A NOMBRE DE HIGH TECH FILTRACION INDUSTRIAL SAS.
- PRECIOS VALIDOS POR LA CANTIDAD SOLICITADA.





HIGH - TECH FILTRACION INDUSTRIAL S.A.S.
Nit: 800.155.565 - 7



- FAVOR ENVIAR COPIA DE CONSIGNACION O TRANSFERENCIA IDENTIFICADO EL NOMBRE DE LA EMPRESA Y No DE COTIZACION.
- SI AUN NO ES CLIENTE DE NUESTRA COMPAÑIA POR FAVOR ADJUNTAR SU ORDEN DE COMPRA COPIA DE RUT ACTUALIZADO Y CERTIFICADO DE CAMARA Y COMERCIO VIGENTE.

Nuestros clientes:



Sin otro particular, por el momento nos suscribimos,

Cordialmente:

C. Forero
Ing. Carlos Forero
Gerente Comercial

M. Palma
Milena Palma
Asistente de Servicio al Cliente



DESARROLLO Y EXPERIENCIA EN TRATAMIENTO DE AGUA Y AIRE
Calle 37A Sur No. 72L - 19 / PBX: 743 5930
Bogotá, D.C. - Colombia / www.htfi.com.co / E-mail: ventas@htfi.com.co

**ANEXO D
FICHA DE SEGURIDAD BIRM**

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

Page 1 of 5

SECTION 1 - PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION							
PRODUCT NAME: BIRM		DATE: February 18, 2010					
PRODUCT NUMBER:		<h1>CLACK CORPORATION</h1>					
TRADE NAME: BIRM							
GENERAL USE: Filter Media							
CHEMICAL FAMILY: Inorganic Minerals							
PRODUCT DESCRIPTION: Brown to black granular powder							
MANUFACTURER: Clack Corporation							
TELEPHONE NUMBER (General Inquiries): 608-846-3010		DATE PREPARED: February 18, 2010					
ADDRESS (NUMBER, STREET, P.O. BOX): 4462 Duraform Lane		SUPERSEDES: November 13, 2005					
(CITY, STATE AND ZIP CODE): Windsor, WI 53598		CHEMTEL 24-HOUR EMERGENCY TELEPHONE NUMBERS					
COUNTRY: USA							
		<table border="1"> <tr> <td>1-800-255-3924</td> <td>813-248-0585</td> </tr> <tr> <td>North America (Toll Free)</td> <td>International and Local Calls</td> </tr> </table>		1-800-255-3924	813-248-0585	North America (Toll Free)	International and Local Calls
1-800-255-3924	813-248-0585						
North America (Toll Free)	International and Local Calls						
SECTION 2 - HAZARDS IDENTIFICATION							
EMERGENCY OVERVIEW Granular powder; although product in permeable filter package poses little hazard, airborne dust particles are harmful and irritating to respiratory tract. Contact with eyes or skin may cause chemical or mechanical irritation. Product may be harmful if swallowed. Silica, crystalline quartz indicates carcinogenic classification - NTP: Anticipated Carcinogen, IARC Monographs: Group 1, "Carcinogenic to Humans". There is a chemical present (Silica, crystalline, quartz) known to the state of California to cause cancer or reproductive toxicity.							
US AND CANADA HAZARD SYMBOL(S) None in USA 		EUROPEAN (GHS) HAZARD SYMBOLS   					
WHMIS CLASS D2A: Material Causing Other Toxic Effects		GHS CLASSES: Irritant Respiratory Hazard					
EU CLASS: XI - Irritant							
HMIS HAZARD RATINGS 0 = INSIGNIFICANT, 1 = SLIGHT 2 = MODERATE, 3 = HIGH 4 = EXTREME		HEALTH: 3 FLAMMABILITY: 0 PHYSICAL HAZARD: 0					
* - POWDER PRODUCT POSES RESPIRATORY HAZARD							
REQUIRED PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT: HMIS PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT LETTER: E    Wear Safety Glasses, Gloves, and Dust Respirator while working with powder product.							
RISK PHRASES R20 Harmful by inhalation. R36/37 Irritating to eyes and respiratory system. R40 Limited evidence of a carcinogenic effect.							
SAFETY PHRASES S22 Do not breathe dust. S26 In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice. S36 Wear suitable protective clothing. S45 In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show the label where possible).							
POTENTIAL HEALTH EFFECTS							
INHALATION: May cause breathlessness, wheezing, cough and sputum production; irritation of nasal passages may occur. Pulmonary function may be reduced by inhalation of respirable crystalline silica. Contains substances which are considered nuisance dusts which require a NIOSH approved respirator when airborne particulate exceeds maximum allowable limit.							
SKIN: Product may cause mild irritation to skin.							
EYES: Product may cause mild to moderate chemical and mechanical irritation; mechanical properties of product may lead to corneal scratches; wear safety glasses.							
INGESTION: Product toxicity has not been determined, but is assumed to be low to moderate.							

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

Page 2 of 5

PRODUCT NAME: BIRM		DATE: February 18, 2010			
PRODUCT NUMBER:					
SECTION 2 - HAZARDS IDENTIFICATION (Continued)					
CARCINOGENICITY:					
NTP? YES*		IARC MONOGRAPHS? YES*		OSHA REGULATED? YES*	
CALIFORNIA, Prop.65? YES*				ESIS NOTATION? YES*	
* - Crystalline Silica: NTP Listed Carcinogen; IARC Group 1 (Carcinogenic to Humans); CA Proposition 65 listed as carcinogenic; OSHA Directive CPL 03-00-007. Silicas are notated in ESIS as carcinogenic					
SECTION 3 - HAZARDOUS INGREDIENTS					
Hazardous Components	% (by Weight)	CAS #	EINECS #	Hazard Symbol	RISK PHRASES (Full Text Section 15)
Silica, crystalline, quartz (a,b)	40-70	14808-60-7	238-878-4	Xi	R20, 36/37, 40
Manganese dioxide (c)	5-15	1313-13-9	215-202-6	Xn	R20/22
Aluminum silicate (mineral dust)	15-40	12141-46-7	235-253-8	None	None
<p>NOTES: This Material Safety Data Sheet is prepared to comply with the United States Occupational Safety and Health Administration (OSHA) Hazard Communication Standard (29 CFR 1910.1200), the Canadian Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS), and European Union Directive 1997/2006/EC (REACH). Hazard symbols and risk phrases are based on maximum listed concentration of each hazardous ingredient. Unlisted ingredients are not "hazardous" per the OSHA Hazard Communication Standard (29 CFR 1910.1200), the Canadian Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS) or the European (GHS) directive 91/155/EEC and are considered trade secrets under US Federal Law (29CFR and 40CFR), Canadian Law (Health Canada Legislation), and European Union Directive 67/548/EEC.</p> <p>(a) Indicates substance appears on National Toxicology Program (NTP) list of carcinogens, International Agency for Research on Cancer (IARC) list of carcinogens or is regulated by the Occupational Safety and Health Administration (OSHA) as a possible carcinogen.</p> <p>(b) California Prop 65, Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act of 1986, chemicals known to the state to cause cancer or reproductive toxicity. A person in the course of doing business must warn others who may consume, come into contact with, or otherwise be exposed to this chemical.</p> <p>(c) See Section 15</p>					
SECTION 4 - FIRST AID MEASURES					
<p>INHALATION: Remove affected person to fresh air; if symptoms persist seek medical attention.</p> <p>EYES: Check for and remove contact lenses. Flush eyes with clear running water for 15 minutes while holding eyelids open; if irritation persists, seek medical attention.</p> <p>SKIN: Wash contacted area with soap and water; if irritation persists, seek medical attention.</p> <p>INGESTION: Give two glasses of water for dilution; DO NOT induce vomiting; never give anything by mouth to an unconscious person; seek medical attention.</p>					
SECTION 5 - FIRE FIGHTING MEASURES					
<p>GENERAL HAZARDS: FLASH POINT=Non-flammable. Product is not considered flammable or combustible. Products of combustion include compounds of carbon, hydrogen and oxygen, including carbon monoxide.</p> <p>EXTINGUISHING MEDIA: Carbon dioxide, water, water fog, dry chemical, chemical foam.</p> <p>FIRE FIGHTING PROCEDURES: None</p> <p>UNUSUAL FIRE AND EXPLOSION HAZARDS: None</p> <p>HAZARDOUS COMBUSTION PRODUCTS: Smoke, fumes or vapors, oxides of carbon.</p>					
SECTION 6 - ACCIDENTAL RELEASE MEASURES					
<p>STEPS TO BE TAKEN IN CASE MATERIAL IS RELEASED OR SPILLED: Small spills - wash to sanitary sewer with plenty of water. Large spills - Recover and segregate product for reuse; shovel product into approved container for disposal</p>					
SECTION 7 - HANDLING AND STORAGE					
<p>PRECAUTIONS TO BE TAKEN IN HANDLING AND STORAGE: Keep container closed when not in use; protect containers from abuse; store containers in cool, dry area. Keep this and other chemicals out of reach of children.</p>					

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

Page 4 of 5

PRODUCT NAME: **BIRM**
 PRODUCT NUMBER: _____ DATE: **February 18, 2010**

SECTION 12 - ECOLOGICAL INFORMATION

No data are available on the adverse effects of this material on the environment. Neither COD nor BOD data are available. Based on the chemical composition of this product it is assumed that the mixture can be treated in an acclimatized biological waste treatment plant system in limited quantities. However, such treatment should be evaluated and approved for each specific biological system. None of the ingredients in this mixture are classified as a Marine Pollutant.

SECTION 13 - DISPOSAL CONSIDERATIONS

WASTE DISPOSAL METHOD:

Dispose of in accordance with Local, State, and Federal Regulations. Product is classified as non-hazardous, however, non-hazardous materials may become hazardous waste upon contact with other products. Refer to "40 CFR Protection of Environment Parts 260 - 299" for complete waste disposal regulations. Consult your local, state, or Federal Environmental Protection. RCRA U-Series: None listed.

SECTION 14 - TRANSPORT INFORMATION

PROPER SHIPPING NAME: **Non - Hazardous for Transport**

DOT HAZARD CLASS / Pack Group: Not regulated	IATA HAZARD CLASS / Pack Group: Not regulated
REFERENCE: Not Applicable	IMDG HAZARD CLASS: Not regulated
UN / NA IDENTIFICATION NUMBER: None	RID/ADR Dangerous Goods Code: Not regulated
LABEL: None Required	UN TDG Class / Pack Group: Not regulated
HAZARD SYMBOLS: None	Hazard Identification Number (HIN): None

Note: Transportation information provided is for reference only. Client is urged to consult CFR 49 parts 100 - 177, IMDG, IATA, EU, United Nations TDG, and WHMIS (Canada) TDG information manuals for detailed regulations and exceptions covering specific container sizes, packaging materials and methods of shipping.

SECTION 15 - REGULATORY INFORMATION

TSCA (USA - Toxic Substance Control Act): **Components listed under section 8(b).**

SARA TITLE III (USA - Superfund Amendments and Reauthorization Act):

Acute Health: YES	Chronic Health: YES
Fire: NO	Sudden Release of Pressure: NO
Reactive: NO	

SARA 313 REPORTABLE INGREDIENTS: **Manganese dioxide reportable as manganese compounds.**

State Right to Know: **CAS# 14808-60-7 (Crystalline Silica-Quartz) can be found on the following state right to know lists: NJ, PA, RI, MN, MA, CA.**

CERCLA (USA - Comprehensive Response Compensation and Liability Act): **None of the chemicals in this material have an RQ.** California Prop 65, Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act of 1986: **WARNING: This product contains Silica, crystalline, Quartz, a chemical known to the state of California to cause cancer.**

CPR (Canadian Controlled Products Regulations): **This product has been classified in accordance with the hazard criteria of the Controlled Products Regulations and the MSDS contains all the information required by the Controlled Products Regulations. WHMIS Classification: D2A**



IDL (Canadian Ingredient Disclosure List): **CAS#14808-60-7 is listed on Canada's Ingredient Disclosure List.**

DSL / NDSL (Canadian Domestic Substances List / Non-Domestic Substances List): **Components of this product identified by CAS number are listed on the DSL or NDSL, or are otherwise in compliance with the New Substances Notification (NSN) regulations. Only ingredients classified as "hazardous" are listed in Section 3 unless otherwise indicated.**

EINECS (European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances): **Ingredients are referenced.**

WGK Water Quality Index: **NE**

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

Page 5 of 5

PRODUCT NAME: BIRM
PRODUCT NUMBER: DATE: February 18, 2010

SECTION 16 - OTHER INFORMATION

Legend:

ACGIH American Congress of Government Industrial Hygienists
CAS Chemical Abstracts Service
EINECS European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances
HMIS Hazardous Materials Identification System
IARC International Agency for Research on Cancer
NA Not Available ND Not Determined NE Not Established NR Not Reported
NIOSH National Institute for Occupational Safety and Health
NTP National Toxicology Program
OSHA Occupational Safety and Health Administration

Revised to USA (ANSI), Canadian, EU, and GHS standards supersedes 11/13/2006 issue. --LB & JTV---

MSDS Prepared by:

ChemTel Inc.
1305 North Florida Avenue
Tampa, Florida USA 33602-2902
Toll Free North America 1-888-255-3924 Intl. +01 813-248-0573
Website: www.chemtelinc.com



The information contained herein is believed to be accurate but is not warranted to be so. Data and calculations are based on information furnished by the manufacturer of the product and manufacturers of the components of the product. Users are advised to confirm in advance of need that information is current, applicable, and suited to the circumstances of use. Vendor assumes no responsibility for injury to vendor or third persons proximately caused by the material if reasonable safety procedures are not adhered to as stipulated in the data sheet. Furthermore, vendor assumes no responsibility for injury caused by abnormal use of this material even if reasonable safety procedures are followed. Any questions regarding this product should be directed to the manufacturer of the product as described in Section 1.

 Fundación Universidad de América	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA	Código:
	PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA	Versión 0
	Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres	Agosto - 2017

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL LUMIERES

Yo **CLAUDIA MILENA DIAZ REY** en calidad de titular de la obra **PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE DESIONIZACION DE AGUA EN LA EMPRESA MARCEL FRANCE**, elaborada en el año 2016, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Fundación Universidad América para que incluya una copia, indexe y divulgue en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres, la obra mencionada con el fin de facilitar los procesos de visibilidad e impacto de la misma, conforme a los derechos patrimoniales que me corresponde y que incluyen: la reproducción, comunicación pública, distribución al público, transformación, en conformidad con la normatividad vigente sobre derechos de autor y derechos conexos (Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, entre otras).

Al respecto como Autor manifestamos conocer que:

- La autorización es de carácter no exclusiva y limitada, esto implica que la licencia tiene una vigencia, que no es perpetua y que el autor puede publicar o difundir su obra en cualquier otro medio, así como llevar a cabo cualquier tipo de acción sobre el documento.
- La autorización tendrá una vigencia de cinco años a partir del momento de la inclusión de la obra en el repositorio, prorrogable indefinidamente por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales del autor y podrá darse por terminada una vez el autor lo manifieste por escrito a la institución, con la salvedad de que la obra es difundida globalmente y cosechada por diferentes buscadores y/o repositorios en Internet, lo que no garantiza que la obra pueda ser retirada de manera inmediata de otros sistemas de información en los que se haya indexado, diferentes al Repositorio Digital Institucional – Lumieres de la Fundación Universidad América.
- La autorización de publicación comprende el formato original de la obra y todos los demás que se requiera, para su publicación en el repositorio. Igualmente, la autorización permite a la institución el cambio de soporte de la obra con fines de preservación (impreso, electrónico, digital, Internet, intranet, o cualquier otro formato conocido o por conocer).
- La autorización es gratuita y se renuncia a recibir cualquier remuneración por los usos de la obra, de acuerdo con la licencia establecida en esta autorización.
- Al firmar esta autorización, se manifiesta que la obra es original y no existe en ella ninguna violación a los derechos de autor de terceros. En caso de que el trabajo haya sido financiado por terceros, el o los autores asumen la responsabilidad del cumplimiento de los acuerdos establecidos sobre los derechos patrimoniales de la obra.
- Frente a cualquier reclamación por terceros, el o los autores serán los responsables. En ningún caso la responsabilidad será asumida por la Fundación Universidad de América.
- Con la autorización, la Universidad puede difundir la obra en índices, buscadores y otros sistemas de información que favorezcan su visibilidad.

Conforme a las condiciones anteriormente expuestas, como autor establezco las siguientes condiciones de uso de mi obra de acuerdo con la *licencia Creative Commons* que se señala a continuación:

	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA	Código:
	PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA	Versión 0
	Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional - Lumieres	Agosto - 2017



Atribución- no comercial- sin derivar: permite distribuir, sin fines comerciales, sin obras derivadas, con reconocimiento del autor.



Atribución - no comercial: permite distribuir, crear obras derivadas, sin fines comerciales con reconocimiento del autor.



Atribución - no comercial - compartir igual: permite distribuir, modificar, crear obras derivadas, sin fines económicos, siempre y cuando las obras derivadas estén licenciadas de la misma forma.

Licencias completas: http://co.creativecommons.org/?page_id=13

Siempre y cuando se haga alusión de alguna parte o nota del trabajo, se debe tener en cuenta la correspondiente citación bibliográfica para darle crédito al trabajo y a su autor.

De igual forma como autor autorizo la consulta de los medios físicos del presente trabajo de grado así:

AUTORIZO

La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca) del CD-ROM y/o Impreso
 La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer para efectos de preservación

SI	NO
x	
	x

Información Confidencial: este Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica o secreta o se ha pedido su confidencialidad por parte del tercero, sobre quien se desarrolló la investigación. En caso afirmativo expresamente indicaré, en carta adjunta, tal situación con el fin de que se respete la restricción de acceso.

SI	NO
	x

Para constancia se firma el presente documento en Bogotá, a los 18 días del mes de Agosto del año 2017.

EL AUTOR:

Autor 1

Nombres

Claudia Milena

Documento de identificación No

1.014.236.531

Apellidos

Diaz Rey

Firma

