

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

PROPUESTA DE MEJORA EN PROCESO PRODUCTIVO EN FÁBRICA DE
AGUA PURIFICADA

Trabajo de Titulación para optar al título de
Ingeniero de Ejecución en Mecánica de
Procesos y Mantenimiento Industrial

Alumno:
Christian Palacios Arenas

Profesor Guía:
Mg. Ing. Félix Pizarro Martínez

Profesor Correferente:
Sr. Alejandro Badilla Bello

RESUMEN

KEYWORDS: ANTECEDENTES GENERALES, PROCESO, COSTOS DE PRODUCCIÓN, PLANTA DE AGUA, PROPUESTA, EVALUACIÓN ECONÓMICA

Este trabajo de título tiene como objetivo proponer mejoras en el proceso productivo a través del análisis, dentro del proceso de producción, disminuyendo los costos y aumentando la producción.

El primer capítulo tiene el objetivo de dar a conocer los antecedentes generales de la empresa, tales como su historia, visión y misión, ubicación, organigrama y finalmente una descripción de cada proceso en la empresa.

Luego en el segundo capítulo se realizará el levantamiento de información incorporando un análisis en el sistema y costos de producción, identificando las posibles mejoras dentro del proceso.

En el tercer capítulo, se expone la propuesta de mejora, en donde se realizan los cálculos pertinentes para la determinación de ciertos componentes dentro del circuito de tuberías y determinado los costos de la propuesta.

Finalmente, el cuarto capítulo se muestra la evaluación económica para ver la rentabilidad del proyecto y el tiempo que se requiere para recuperar la inversión de este, a través de un flujo de caja. Obteniendo que la viabilidad del proyecto es positiva, una tasa interna de retorno de un 88 por ciento, mayor a la tasa de descuento. La inversión se recupera en un periodo de 2 meses aproximadamente y el índice del valor actual neto tiene indica que por cada UF invertida se ganara 2,43 UF.

Y también con la implementación de la propuesta de mejora se logra un aumento de la producción, solucionando el problema en la cantidad de agua purificada que se puede almacenar durante el día y reduciendo tiempos de producción en formatos de 20 L y 10 L, en base a esto, se logra la reducción de costos y el aumento de la producción.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVO ESPECIFICO	2
 CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA	 3
1.1 HISTORIA	4
1.2 VISIÓN Y MISIÓN	5
1.2.1 Visión	5
1.2.2 Misión	5
1.3 UBICACIÓN	5
1.4 ORGANIGRAMA	6
1.5 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS	8
1.5.1 Producción de agua	8
1.5.2 Producción de hielo	9
1.5.3 Productos congelados	12
1.6 Elección del proceso a analizar	14
 CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE PROCESOS PRODUCTIVOS DEL AGUA PURIFICADA	 17
2.1 PROCESO DE PURIFICACIÓN Y CONEXIÓN DEL SISTEMA DE TUBERÍAS	18
2.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN	30
2.2.1 Bidón de 20 litros:	30
2.2.2 Botellon de 10 litros	32
2.2.3 Botellas de 1 litro	33
2.2.4 Botellas de 600 cc	35
2.3 ANÁLISIS DE VENTAS	37
2.4 METAS DE PRODUCCIÓN	41
2.5 CALCULO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN nominales	41
2.5.1 Costos variables	41
2.5.2 Costos fijos	45
2.5.3 Costos unitario totales	46
2.6 COSTOS DE PRODUCCIÓN ACTUALES	47

2.7 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMÁTICAS	48
 CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE MEJORA	 50
3.1 PROPUESTA DE MEJORA EN CONEXIÓN DE TUBERÍAS	51
3.2 CÁLCULO POTENCIA DE LA BOMBA Y PERDIDAS por FRICCIÓN	54
3.3 DETERMINACIÓN DE LA BOMBA PARA LA NUEVA PROPUESTA	60
3.4 COSTO DE LA PROPUESTA	62
 CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA	 63
4.1 EVALUACIÓN ECONÓMICO	64
4.1.1 Flujo de caja	64
4.1.2 Costos de producción aplicando la propuesta	72
 CONCLUSIONES	 73
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS	76
 ANEXO A: RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES	 76
ANEXO B: VALORES DEL COEFICIENTE K DE ADITAMENTOS	76
ANEXO C: NORMA CHILENA 409/1 AGUA POTABLE REQUISITOS	77
Parámetros de turbiedad:	77
Parámetros microbiológicos	77
Criterios para elementos o sustancias químicas de importancia para la salud	78
Criterios para elementos radiactivos	79
Requisitos de calidad para parámetros organolépticos	80
 ANEXO D: REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS DTO. N° 977/96.	 81
Contaminantes y residuos: Metales pesados	81
Criterios microbiológicos	82
Del agua potable, de las aguas minerales y del hielo	83
 ANEXO E: CERTIFICADO DE CALIDAD DE AGUA PURIFICADA PRODUCIDA POR OSMOSIS INVERSA DE LA EMPRESA	 84
ANEXO F: DESINFECTANTE Y SANITIZANTE BASE A. CUATERNARIO WK-705	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- 1: Vista superior de la ubicación de la empresa

Figura 1- 2: Organigrama de la empresa

Figura 1- 3: Diagrama de proceso en la producción de agua purificada

Figura 1- 4: Productos de salida del proceso, Botellón de 20 litros, botellón desechable 10 litros, paquetes de agua 6 unidades de 1 litro, paquetes de 12 unidades de 600 cc

Figura 1- 5: Diagrama de procesos para la fabricación de hielo cubo, frappe y nieve.

Figura 1- 6: Máquinas para la fabricación de hielo, scotsman 150, scotsman 380, ITV 150, ITV 400.

Figura 1- 7: Conservadora donde se almacena el hielo para ser envasado.

Figura 1- 8: Hielo cubo bolsa de 1,5 y formación de bolsas de 15 kg.

Figura 1- 9: Máquina trituradora de hielo para la fabricación de hielo frappe y nieve

Figura 1- 10: Bolsas de hielo cubo, hielo frappe y nieve.

Figura 1- 11: Diagrama de procesos de la comercialización de productos congelados

Figura 1- 12: Productos congelados almacenados en reefer y conservadoras

Figura 2- 1: Esquema de la conexión de las tuberías de la fábrica de agua

Figura 2- 2: Simbología del esquema de conexión de tuberías de la fábrica de agua.

Figura 2- 3: Bomba que impulsa el caudal hacia el tercer piso de la fabrica

Figura 2- 4: Válvulas solenoides para el control de llenado de los estanques

Figura 2- 5: Bomba centrífuga que impulsa el fluido hacia el filtro de arenas.

Figura 2- 6: Filtro de arena, encargado de remover elementos como el hierro, manganeso y/o ácido sulfhídrico.

Figura 2- 7: Filtro de resina junto al depósito de sal, usada para su regeneración, que tiene el objetivo de realizar el ablandamiento del agua.

Figura 2- 8: Filtro de carbón activado, tiene la función de retener contaminantes orgánicos u otros contaminantes que contengan carga positiva.

Figura 2- 9: Filtro de sedimentos de 5 micrómetros.

Figura 2- 10: Descripción visual del proceso de ósmosis y ósmosis inversa

Figura 2- 11: Conexión de la osmosis inversa e indicador de salidas del agua purificada y el agua residual

Figura 2- 12: Estanques de agua purificada utilizada en el sector de llenado.

Figura 2- 13: Máquina fabricadora de hielo alimentada con agua purificada.

Figura 2- 14: Filtro ultravioleta encargado de eliminar agentes patógenos.

Figura 2- 15: Bomba periférica con conexión a un controlador de presión

Figura 2- 16: Filtro de sedimentos y salidas del agua filtrada para el llenado de los bidones y botellas.

- Figura 2- 17: Lavado de bidones de 20 litros
- Figura 2- 18: Llenado de bidones de 20 litros
- Figura 2- 19: Proceso de sellado de bidones, colocando su tapa, luego los sellos plásticos y finalmente las etiquetas.
- Figura 2- 20: Llenado de bidones de 10 litros desechables.
- Figura 2- 21: Llenado de botellas de 1 litro y herramienta utilizado para el llenado
- Figura 2- 22: Formación de paquetes de botellas de 1 litro
- Figura 2- 23: Llenado de botellas de 600 cc y base para el llenado de botellas de 600 cc
- Figura 2- 24: Paquetes de botellas de 600 cc almacenadas.
- Figura 3- 1: Conexión de los estanques de la propuesta.
- Figura 3- 2: Modificación en las salidas de llenado
- Figura 3- 3: Medición del caudal práctico y cálculo de la eficiencia de la bomba
- Figura 3- 4: Propuesta de mejora en el sistema
- Figura 3- 5: Puntos de referencia en el sistema de conexión de tuberías
- Figura 3- 6. Cálculos para determinar la velocidad y altura.
- Figura 3- 7. Cálculos para determinar el largo de la conexión y perdidas por fricción
- Figura 3- 8: Calculo perdidas de fricción entre punto 1 y 3.
- Figura 3- 9: Calculo para determinar la cabeza neta de la bomba H_b
- Figura 3- 10: Resultado potencia necesaria de la bomba
- Figura 4- 1: Calculo tasa de rendimiento
- Figura 4- 2: Calculo rentabilidad del mercado
- Figura 4- 3: Riego país en Latinoamérica según JP MORGAN

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1- 1: Matriz de decisiones para la elección del proceso a mejorar.
- Tabla 2- 1: Tiempo para terminar 2 bidones de 20 litros
- Tabla 2- 2: Tiempo para terminar 2 bidones de 10 litros.
- Tabla 2- 3: Tiempo total del proceso para terminar un paquete de 1 litro
- Tabla 2- 4: Tiempo del proceso para formar paquetes de 600 cc
- Tabla 2- 5: Ventas de agua por unidad de venta
- Tabla 2- 6: Ventas de agua por producto
- Tabla 2- 7: Cantidad de agua vendida durante 3 meses
- Tabla 2- 8: Ventas generales en los productos de agua
- Tabla 2- 9: Metas de producción por producto
- Tabla 2- 10: Costos de insumos por producto.

Tabla 2- 11: Tiempo de operación producto y valor mano de obra por minuto

Tabla 2- 12: Porcentajes asignados por proceso al consumo de energía eléctrica

Tabla 2- 13: Meta diaria de agua a producir.

Tabla 2- 14: Porcentajes asignados al costo de transporte por proceso

Tabla 2- 15: Porcentajes asignados al costo de mantención por proceso

Tabla 2- 16: Costo variable unitario por producto

Tabla 2- 17: Descripción de los costos fijos

Tabla 2- 18: Producción mensual y porcentaje designados a los costos fijos por producto

Tabla 2- 19: Costos totales por producto

Tabla 2- 20: Producción promedio del mes de enero

Tabla 2- 21: Costos totales en base a la producción actual

Tabla 2- 22: Comparación de los costos de producción nominales con los actuales

Tabla 3- 1: Tiempos de llenado actual versus la propuesta de mejora

Tabla 3- 2: Característica de la bomba actual

Tabla 3- 3: Alternativas de bombas para la propuesta

Tabla 3- 4: Inversión de la propuesta

Tabla 4- 1: Rentabilidad libre de riego R_f

Tabla 4- 2: Valores de IPSA años 2008 – 2018

Tabla 4- 3: Valores de unlevered para calcular beta.

Tabla 4- 4: Valor promedio del riego país en Latinoamérica (Chile)

Tabla 4- 5: Valor de la tasa de descuento

Tabla 4- 6: Flujo de caja puro del proyecto

Tabla 4- 7: Inversión del proyecto

Tabla 4- 8: Estimación de las ventas

Tabla 4- 9: Costos fijos

Tabla 4- 10: Depreciación de equipos

Tabla 4- 11: Indicadores financieros

Tabla 4- 12: Metas de producción

Tabla 4- 13: Comparación entre los costos actuales y costos aplicando la propuesta.

Tabla 4- 14: Elementos esenciales

Tabla 4- 15: Elemento o sustancias no esenciales

Tabla 4- 16: Sustancias orgánicas

Tabla 4- 17: Plaguicidas

Tabla 4- 18: Productos secundarios de la desinfección

Tabla 4- 19: Límites máximos para elementos radiactivos

Tabla 4- 20: Parámetros relativos a características organolépticas

Tabla 4- 21: Límite máximo permitido de los elementos en el agua mineral

Tabla 4- 22: Especificaciones microbiológicas del agua mineral y envasada

Tabla 4- 23: Categoría de riesgos

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Grafico 2- 1: Total de ventas por unidad de venta
- Grafico 2- 2: Total de ventas por producto durante 3 meses
- Grafico 2- 3: Cantidad de agua vendida por producto
- Grafico 2- 4: Ventas generales en los productos de agua
- Grafico 3- 1: Curva característica de la bomba seleccionada para la propuesta

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

SIGLA:

VAN	: Valor actual neto
TIR	: Tasa interna de retorno
PAYBACK	: Plazo de recuperación o periodo medio de maduración
IVAN	: Índice del valor actual neto
CAMP	: Modelo de valoración de activos financieros
IPSA	: Índice de precio selectivo de acciones
EMBI	: Indicador de bonos de mercados emergentes

SIMBOLOGÍA:

cc	: Centímetro cubico
kg	: Kilogramo
l/min	: Litro por minuto
l/día	: Litro por día
l/mes	: Litro por mes
psi	: Libra por pulgada cuadrada
bar	: Unidad de presión
\$/m ³	: Pesos por metro cúbico
m ³ /mes	: Metro cúbico por mes
\$/mes	: Pesos por mes
m ³ /h	: Metro cúbico por hora
kg/m ³	: Kilogramos por metro cúbico
m/s ²	: Metro por segundo al cuadrado
m ³ /s	: Metro cúbico por segundo
mm	: Milímetro
m:	: Metros
hp	: Caballo de fuerza mecánico
UF	: Unidad de fomento
UNT	: Unidades nefelométricas de turbidez

INTRODUCCIÓN

El agua purificada envasada tiene su origen en el agua potable, el termino de purificar se refiere a la eliminación, mediante procesos físicos y químicos de solidos disueltos que un agua tradicional tiene.

El mercado de agua purificada envasada en la región de Tarapacá, según Sernac Chile, ha sufrido un amplio y sostenido crecimiento en los últimos años. En el año 2007 alcanzaba tan solo 4 empresas, a fines del 2011 ya eran 15, llegando en el 2013 a 25 empresas envasadoras en la región, es decir, hubo un aumento del 67 por ciento, en el transcurso entre estos años.

Según Germán Arellano, director de Vertientes del Pacífico S.A., este aumento en el consumo de agua embotellada se debe a que los chilenos están teniendo más conciencia de que el agua domiciliaria no es de la mejor calidad para la salud. Si bien el agua potable en Chile cumple con las normativas vigentes del reglamento sanitario y norma chilena NCh 409/01, la población opta por consumir aguas de mayor calidad, por lo tanto, someter el agua potable a un proceso de purificación en donde se reducen los metales pesados, eliminan posibles bacterias y mejora su sabor, cumple con el objetivo de tener una mayor calidad en el agua.

Además, en relación a los hábitos en la población, existe una tendencia en las personas a consumir productos más saludables. El consumo de agua embotellada en Chile pasó de 18 a 38 litros per cápita entre 2008 y 2018, registrando un alza de 111% (Cárdenas, 2019).

Con el crecimiento económico del país y la menor tasa de desempleo en los últimos diez años (contando desde 2014), permite que la población consuma productos más sofisticados.

Debido a la conciencia que se ha tomada en cuanto a la obesidad, las mamás están mejorando hábitos de los niños, migrando el consumo de bebidas azucaradas a aguas libres de azúcar. También las campañas de elige vivir sano ha generado conciencia en los colegios de que el consumo de agua es beneficioso para la salud.

En la actualidad, según lo expuesto anteriormente, en la región ha aumentado la cantidad de fábricas que se encargan de la purificación del agua, que, a través de un tratamiento, el agua se somete para eliminar organismos, residuos y dureza, a fin de que ésta sea de mayor pureza y calidad al consumirse, logrando un mejor sabor.

Una de las empresas purificadora de agua de la región de Tarapacá, necesita que su proceso productivo sea mejorado. La planta actual no logra el cumplimiento de sus metas de envasado en formatos de bidones retornables de 20 litros, 10 litros, 1 litro y 600 cc desechables, llegando a un cumplimiento solo del 63 por ciento en sus metas.

Por ello se realizará un análisis en el proceso productivo en la fabricación de agua purificada de la empresa, para identificar las problemáticas y proponer mejoras en el proceso productivo del envasado de agua purificada en sus diferentes formatos.

Se realizará un análisis en su capacidad de producción según las metas propuestas y se recalculara los costó de cada producto de agua envasada, haciendo una comparación entre los costos en base a la cantidad meta y la producción actual.

Posteriormente se exponen las propuestas de mejoras para aumentar la productividad de la planta y reducir los costos de producción.

Y finalmente se hará una evaluación económica de la propuesta de mejora, determinando diferentes indicadores de rentabilidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer mejoras en el proceso productivo de una fábrica de agua purificada, a través del análisis en el proceso de producción, disminuyendo los costos y aumentando la producción.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- a) Describir antecedentes generales de la empresa y del proceso productivo a través de la recopilación de información para interiorizarse con el funcionamiento de la fábrica.
- b) Realizar el levantamiento de información incorporando un análisis en el sistema de producción y de los costos, identificando las posibles mejoras dentro del proceso.
- c) Proponer mejoras en el proceso productivo, mediante la modificación de la conexión de tubería, obteniendo un aumento de la producción
- d) Realizar una evaluación económica, mediante indicadores claves, determinado la rentabilidad de la propuesta

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 HISTORIA

Urraca Ice es una empresa de mediano tamaño, que comenzó con la fabricación de hielo, llamado “urraca ice”, en el que encontramos tres diferentes productos hielo cubo, frappe y escarcha (nieve).

Luego de un tiempo decidieron ampliar su producción y comenzaron a comercializar su propia agua purificada dando origen a “agua purificada urraca” en distintos formatos, de 20 litros recargable, 10 litros desechable, 1 litro y 600 cc, formatos que están trabajando actualmente.

Conociendo más a sus clientes se percataron de una nueva necesidad, que eran productos congelados, entre ellos, pulpas, frutas y papas pre-fritas, entre otros productos según la demanda del mercado. Por lo tanto, decidieron buscar proveedores de estos productos, para la comercialización. Y actualmente realizan la distribución de diferentes marcas reconocidas.

Esta empresa distribuye productos clasificándolos en dos tipos de clientes: Horeca y cobertura.

- Horeca: En esta categoría abarcan lugares como Hoteles, restaurantes, casinos, pub y discotecas. A estos tipos de clientes se les distribuyen los siguientes productos:
 - Hielo Cubo
 - Hielo Frappe
 - Agua de 20 litros retornable
 - Frutas y pulpas congeladas
 - Hortalizas (papas pre fritas, poroto verde, champiñones, entre otros)
 - Otros productos
- Cobertura: Esta unidad de negocio apunta a minimarket, puntos de ventas, juguerías, comercializando consumo masivo de productos como:
 - Aguas de 600 cc
 - Agua de 10 litros
 - Hortalizas minutito (choclo, primavera, porotos verdes, etc.)
 - Pulpas y frutas

1.2 VISIÓN Y MISIÓN

En la actualidad la empresa no posee una visión y misión, sin embargo, como parte de este trabajo de título se propone la siguiente visión y misión a la gerencia de la empresa, la cual fue autorizada y aprobada por ésta.

1.2.1 Visión

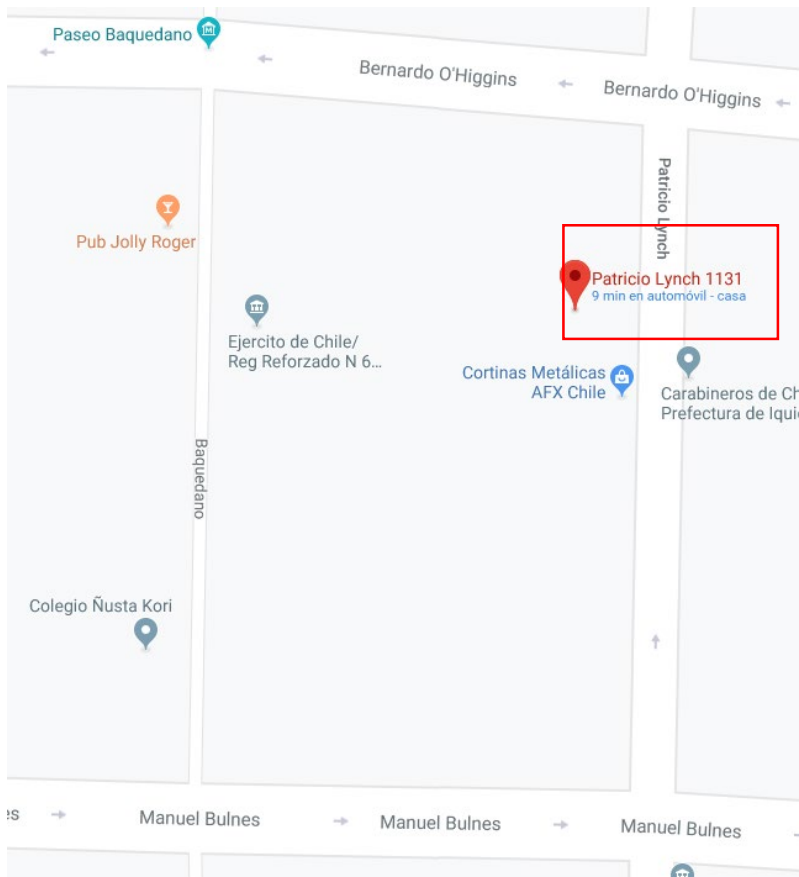
Nuestra aspiración es ser una gran empresa de alianza estrategia de distribución de productos e insumos que cubran la necesidad de los clientes.

1.2.2 Misión

Somos una empresa dedicada a la fabricación y distribución de hielo y agua purificada, además de comerciar productos naturales de marcas reconocidas a precios atractivos, con el objetivo de entregar calidad, tanto en nuestros productos como servicios, para lograr una mayor satisfacción a nuestros clientes.

1.3 UBICACIÓN

La empresa está ubicada en la región de Tarapacá, en la ciudad de Iquique, con dirección Patricio Lynch 1131, entre las calles Bernardo O'Higgins y Manuel Bulnes, en la figura 1-1 se puede apreciar una vista superior de la ubicación de la empresa.

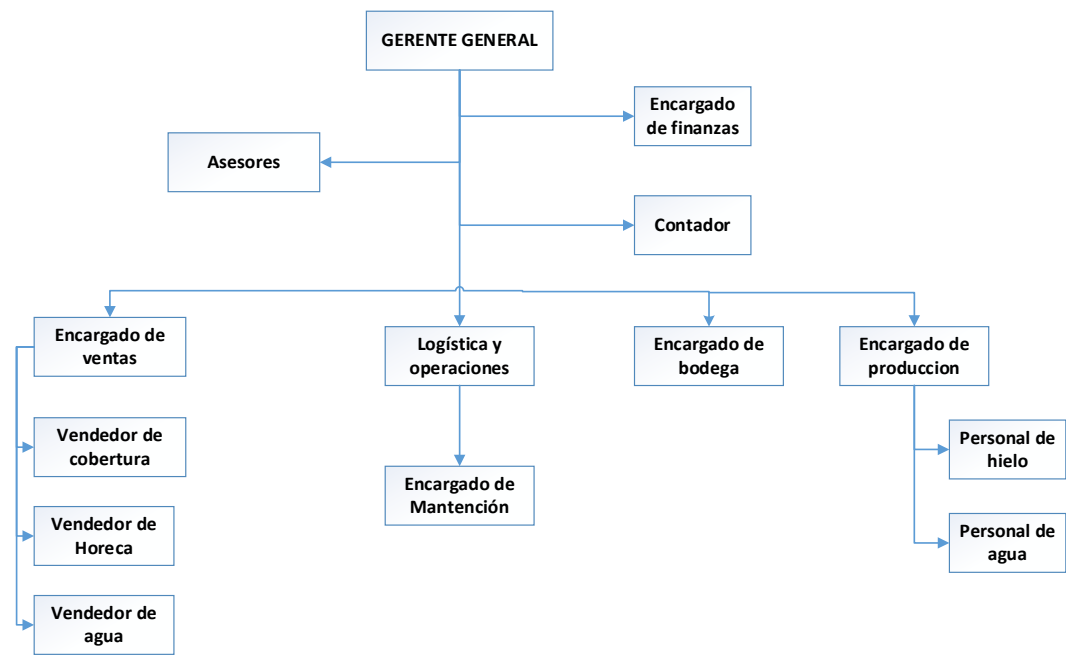


Fuente: www.google.cl/maps

Figura 1- 1: Vista superior de la ubicación de la empresa

1.4 **ORGANIGRAMA**

La empresa actualmente tiene el siguiente orden jerárquico para realizar sus operaciones, en la figura 1-2 se puede visualizar como está estructurada la empresa.



Fuente: Manual entregado por la empresa

Figura 1- 2: Organigrama de la empresa

En primer lugar, encontramos al gerente general, que es la persona encargada del análisis de la empresa y el correcto funcionamiento de esta.

Debajo del gerente, con una relación más directa, encontramos a los asesores, los cuales son legales y financieros. El contador que abarca toda la contabilidad de la empresa, también la parte legal de los contratos y los acuerdos económicos de los trabajadores. Finanzas tiene como responsabilidad llevar el control de los ingresos y gastos de la empresa y generar las aprobaciones de las órdenes de compra que realiza el área de producción.

Encargado de ventas, realiza todas las facturaciones de los clientes, tanto de horeca, como de cobertura, además de supervisar y coordinar los pedidos con el encargado de reparto y vendedores.

Logística y operaciones, supervisa la ejecución y control de los procesos productivos, también el almacenamiento y distribución de los insumos y productos. Y supervisa que cada trabajador cumpla con las actividades diarias propuestas por la empresa.

Encargado de mantenimiento, vela por el correcto funcionamiento todas las máquinas, en la fábrica de hielo y de agua, y la mantención general de la fábrica.

Encargado de bodega, se encarga de despachar los pedidos y llevar el control de inventarios de los diferentes productos que comercializa la empresa basándose en los stock críticos, mínimos y máximos que la empresa maneja.

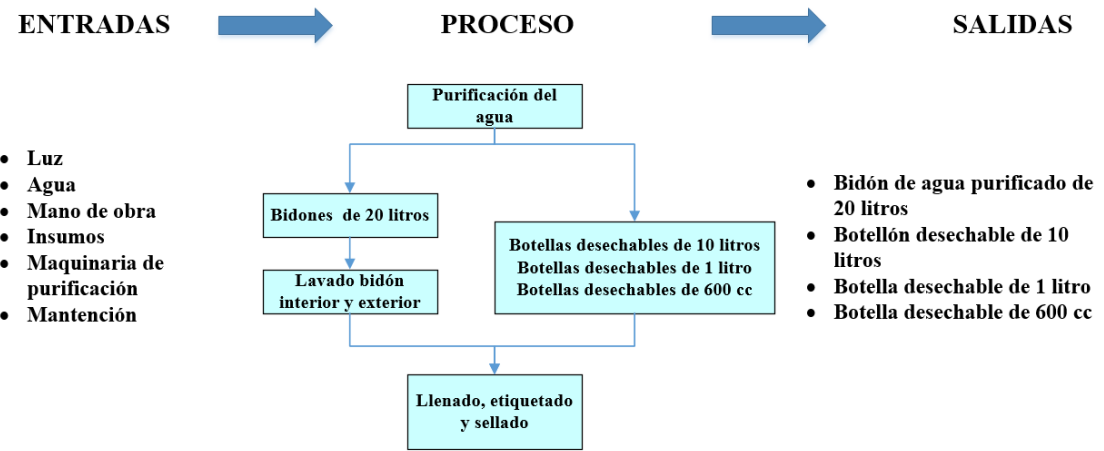
Encargado de producción, cumple la función de supervisar al personal de producción del agua y del hielo, para ver que se cumplan correctamente las metas de producción propuestas.

1.5 **DESCRIPCIÓN DE PROCESOS**

A continuación, se explica los 3 diferentes procesos que se realizan en la empresa, los cuales son la producción de agua, la producción de hielo, y la distribución de productos congelados.

1.5.1 **Producción de agua**

En la figura 1-3 se aprecia un diagrama de proceso de la producción de agua. En el cual se identifican las entradas, luego el proceso de llenado, y finalmente, las salidas que son los productos listos para ser vendidos y despachados.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1- 3: Diagrama de proceso en la producción de agua purificada

El agua que es purificada se almacena en 4 estanques con capacidad de 1000 litros cada uno, para posteriormente ser envasada en sus 4 diferentes formatos de agua, bidones de 20 litros, botellones de 10 litros desechable, botellas de 1 litro y 600 cc.

Para el proceso de llenado de bidones de 20 litros, estos pasan primero por un proceso de sanitización y lavado. Luego son llenados con agua purificada, la cual previamente pasa por el filtro ultravioleta, y finalmente son sellados y etiquetados.

El proceso del resto de formatos es más sencillo, ya que solo necesitan ser llenados, tapados y etiquetados.

Cabe destacar que el proceso de purificación del agua cumple con todas las normas establecidas en el reglamento sanitario de los alimentos DTO. N° 977/96 (Anexo D) y la norma chilena NCh 409/1 (Anexo C).

En la figura 1-4 se puede apreciar los 4 diferentes productos, bidones de 20 litros; botellón de 10 litros desechable, paquetes de 6 botellas de 1 litro, paquetes de 12 botellas de 600 cc.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1- 4: Productos de salida del proceso, Botellón de 20 litros, botellón desechable 10 litros, paquetes de agua 6 unidades de 1 litro, paquetes de 12 unidades de 600 cc

1.5.2 Producción de hielo

En la figura 1-5 se aprecia un diagrama del proceso en la fabricación del hielo. Identificando las entradas, luego el proceso de trabajo para su producción y finalmente las salidas, que son los productos terminados.

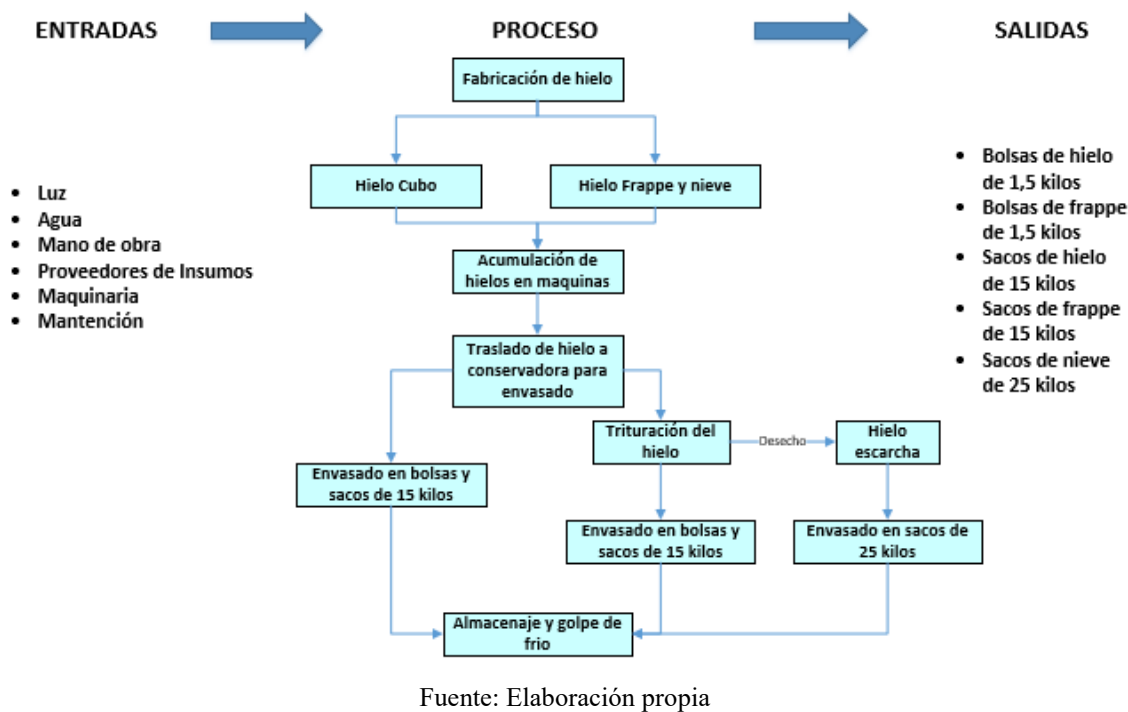


Figura 1- 5: Diagrama de procesos para la fabricación de hielo cubo, frappe y nieve.

En este proceso existen 4 máquinas (figura 1-6), las cuales tienen diferentes nombres según el modelo, scotsman 150, scotsman 380, ITV 150, ITV 400

El proceso de trabajo consiste en esperar la noche anterior a que las máquinas produzcan el hielo, y al día siguiente es trasladado a conservadoras para realizar el envasado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1- 6: Máquinas para la fabricación de hielo, scotsman 150, scotsman 380, ITV 150, ITV 400.

El hielo acumulado es traspasado a una conservadora (figura 1-7), luego se envasan en bolsas de 1.5 kg, y después se agrupan en bolsas con una cantidad de 15 kg de hielos, que son los dos formatos de ventas existentes (figura 1-8).



Fuente: Elaboración propia

Figura 1- 7: Conservadora donde se almacena el hielo para ser envasado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1- 8: Hielo cubo bolsa de 1,5 y formación de bolsas de 15 kg.

Para la producción de hielo frappe, se utilizan hielos pequeños y también de las cosechas, que consiste en congelar agua purificada en la cámara de hielo y posteriormente se rompen para que quede trozos de este.

Estos productos se dejan en conservadoras, para luego comenzar el proceso de trituración.

Los hielos triturados pasan por un tamiz, y los que quedan sobre este tienen el tamaño indicado para que el producto sea frappe.

Luego de realizar el tamizado el producto de rechazo se conserva como nieve, que también es comercializada.

En la figura 1-9 se observa la máquina trituradora de hielo, y en la figura 1-10 se muestra los productos terminados, que corresponden a bolsas de 15 kilos de hielo cubo, hielo frappe y sacos de hielo nieve que tiene diferentes formatos según el peso de 15, 25 y 30 kilos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1- 9: Máquina trituradora de hielo para la fabricación de hielo frappe y nieve



Fuente: Elaboración propia

Figura 1- 10: Bolsas de hielo cubo, hielo frappe y nieve.

1.5.3 Productos congelados

En la figura 1-11 se aprecia un diagrama del proceso de trabajo para estos productos.

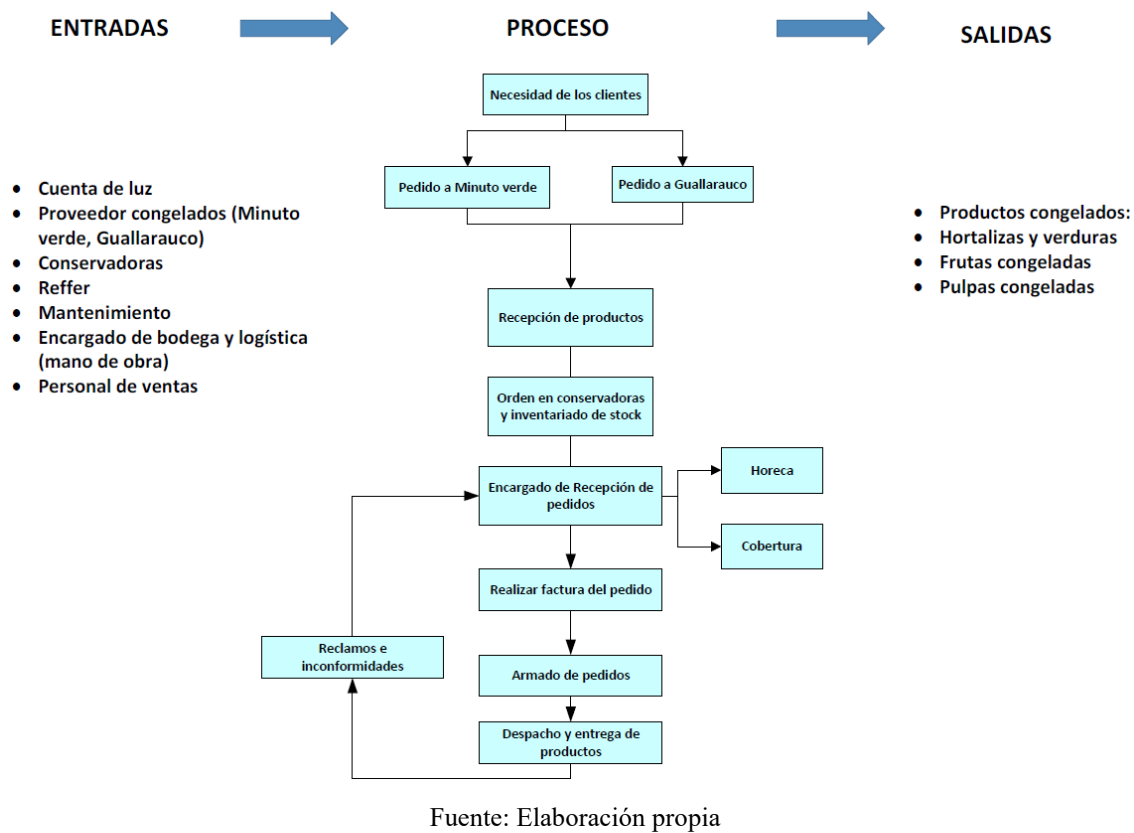


Figura 1- 11: Diagrama de procesos de la comercialización de productos congelados

Los productos congelados son solicitados a los proveedores, que son Minuto verde y Guallarauco.

Después de realizar los pedidos y que estos lleguen a la fábrica, son guardados según prioridad en conservadoras y en un reefer, el cual es un contenedor refrigerado (figura 1-12).

Finalmente se preparan los pedidos, según la solicitud de los clientes, y son cargados al camión con refrigeración para ser despachados.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1- 12: Productos congelados almacenados en reefer y conservadoras

1.6 ELECCIÓN DEL PROCESO A ANALIZAR

En base a los expuesto en este capítulo se determina que la empresa tiene 3 procesos importantes, para determinar en qué proceso se debería aplicar una mejora se elabora una matriz de decisiones, que se aprecia en la tabla 1-1, la cual considera 6 criterios y los 3 procesos de la empresa. A estos criterios se les asignará un puntaje en la escala del 1 al 10, en donde:

- 1: Pésimo
- 2: Muy malo
- 3: Malo
- 4: Regular
- 5: Aceptable
- 6: Bueno
- 7: Muy bueno
- 8: Sobresaliente
- 9: Eficiente
- 10: Excelente

Mientras mayor sea el puntaje en los respectivos criterios, mayor ventaja tendrá el proceso con respecto a los otros.

Tabla 1- 1: Matriz de decisiones para la elección del proceso a mejorar.

Matriz de decisiones			
	Produccion de agua	Produccion de hielo	Productos congelados
Produccion	7	6	8
Almacenaje	10	7	7
Demanda del producto	9	8	6
Competencia	6	6	5
Mermas	8	6	5
Distribucion	9	6	6
Total	49	39	37

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 1-1, el primer criterio de producción, el proceso productivo congelados tiene la mayor puntuación, porque no tiene costos asociados a producción y solo requiere de una inversión para la compra. Y el agua tiene mayor puntaje que el hielo, dado a que éste último requiere de mayor cuidado en su producción.

En el criterio de almacenaje, el agua tiene el mayor puntaje, puesto que los costos fijos son menores, considerando solo el pago del arriendo de la fábrica. En cambio, el hielo y productos congelados necesitan de máquinas que mantengan la cadena de frio y esto implica un mayor consumo de electricidad e invertir en maquinarias como lo es, la cámara de hielo y conservadoras.

En la demanda del producto, los productos congelados y el hielo varia su consumo según la época del año, en cambio el consumo de agua durante todo el año suele ser más estable y la demanda no baja drásticamente en épocas de invierno comparado con los otros productos, por lo tanto, este proceso se lleva un alto puntaje.

En la competencia, el hielo y agua tiene el mismo puntaje, debido a que en la zona existen una gran cantidad de productores, y las pulpas se lleva un menor puntaje porque existen grandes cadenas que venden productos congelados, además de personas naturales que se dedican a la producción de estos productos.

Las mermas son altas en el hielo y congelados, a causa de que si se pierde la cadena de frio los productos se puede dañar, debido a la descongelación, provocando que existe una mayor probabilidad de mermas, por lo tanto, tienen un bajo puntaje.

En cambio, el agua tiene poca probabilidad de tener mermas, porque es un producto que se envasa y tiene una duración mayor a 6 meses, por lo tanto, se le atribuye el mayor puntaje a este último proceso.

Finalmente, en la distribución el agua se lleva el puntaje más alto, ya que solo se necesita de vehículos normales para su transporte, en cambio el hielo y los productos congelados necesitan de un vehículo especial que tenga sistema de refrigeración.

Sumando todos los puntajes asignados a cada proceso, el agua obtuvo un mayor puntaje, siendo de 49 puntos, por lo tanto, es el proceso más conveniente para la aplicación de una mejora.

En el siguiente capítulo se explicará el proceso de purificación del agua y la conexión de tuberías que tiene la fábrica para realizar la producción del agua purificada.

También se hará un análisis de las ventas que fueron recopiladas y registradas, de los meses de octubre, noviembre y diciembre, y una revisión de sus metas de producción.

Además, se analizará los costos asociados a la producción de cada producto que se obtiene del proceso del agua purificada.

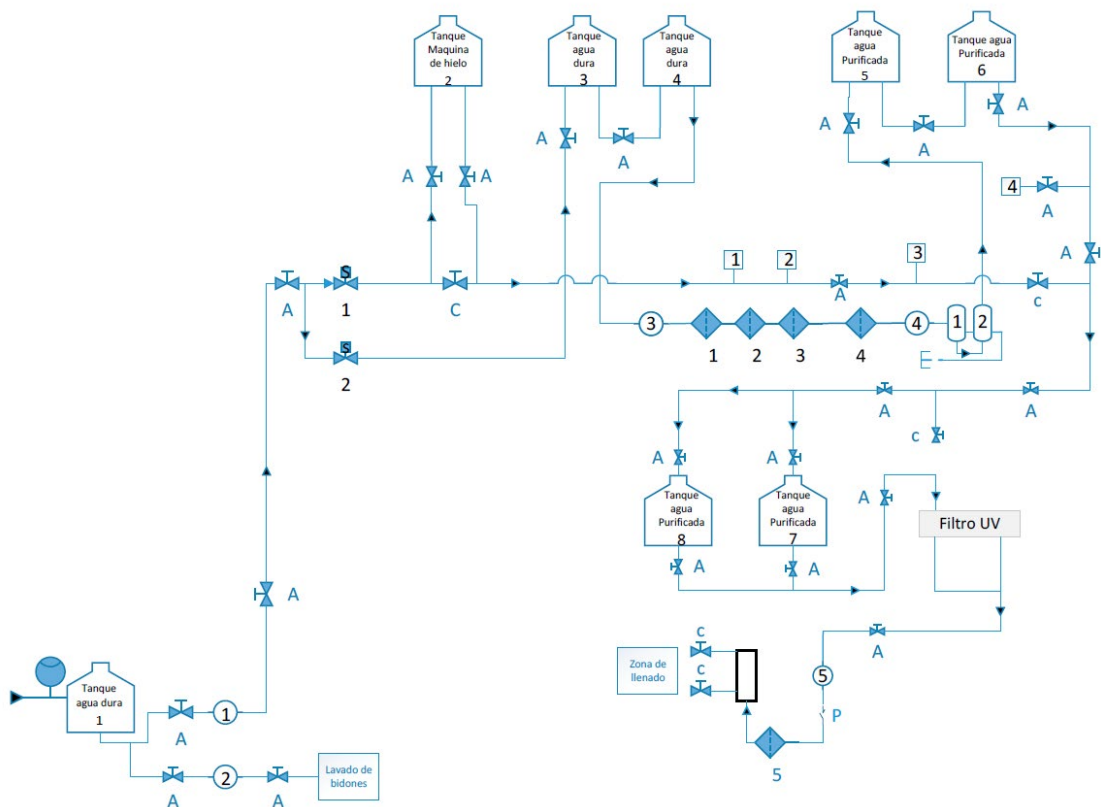
Finalmente se identificarán las problemáticas y se proporcionarán las respectivas soluciones a estas.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE PROCESOS PRODUCTIVOS DEL AGUA
PURIFICADA

2.1 **PROCESO DE PURIFICACIÓN Y CONEXIÓN DEL SISTEMA DE TUBERÍAS**

El proceso de purificación de agua consiste en eliminar las impurezas suspendidas y disueltas en el agua, y a la vez eliminar sabores y olores desagradables bajando en gran cantidad la condensación de metales pesados, que se encuentran en el agua potable, llegando a un valor de 15 ppm (Anexo E: Certificado de calidad de agua purificada de la empresa). Cumpliendo con los requisitos según la norma chilena NCh 409/1 (Anexo C) y el reglamento sanitario de los alimentos DTO.977/96 (Anexo D).

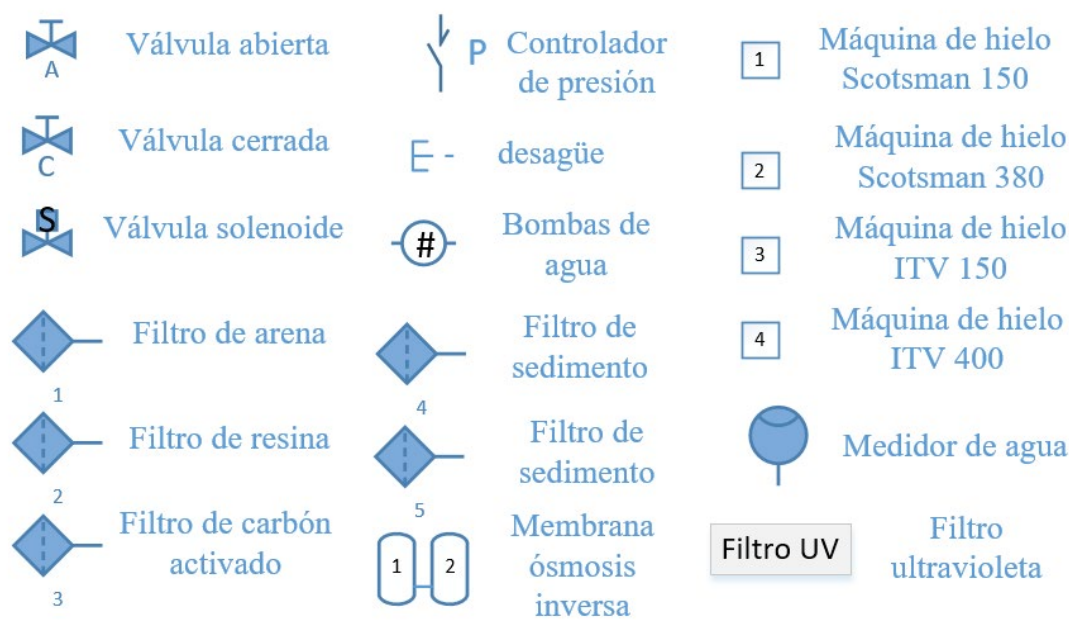
En la Figura 2-1 se puede apreciar un esquema de la conexión de las tuberías de la fábrica de agua, que se explica a continuación con más detalle.



Fuente: Información de la empresa

Figura 2- 1: Esquema de la conexión de las tuberías de la fábrica de agua

En la figura 2-2, se encuentra el significado de la simbología del esquema de la conexión de las tuberías de la fábrica de agua



Fuente: Información de la empresa

Figura 2- 2: Simbología del esquema de conexión de tuberías de la fábrica de agua.

El proceso de purificación comienzo con la entrada del agua potable que sale del medidor, hacia un estanque de 1000 litros, en donde se acumula el agua, ésta es impulsada por una bomba hacia el tercer piso (figura 2-3). Al llegar al tercer piso el agua fluye y tiene dos salidas, que están controladas por válvulas con solenoides. Por una de las válvulas (figura 2-1, 1), el fluido se dirige a un estanque, que alimenta a las máquinas de hielo.

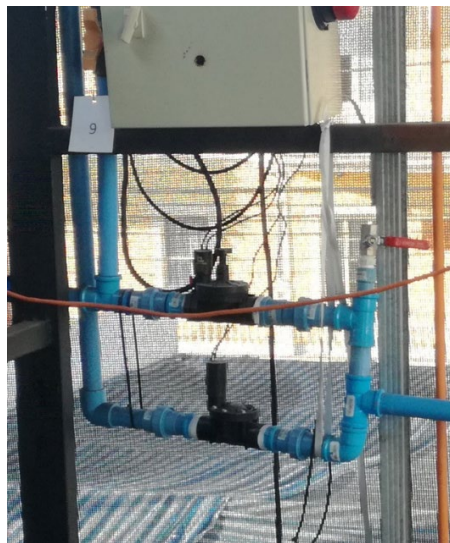


Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 3: Bomba que impulsa el caudal hacia el tercer piso de la fabrica

Por la segunda válvula solenoide (figura 2-1,2), pasa el agua que se dirige a otros dos estanques que se utilizarán para almacenar el agua que será purificada. Siendo aquí donde ocurre el primer proceso de purificación, que es la decantación natural, en el cual se depositan en el fondo del estanque las mayores grandes partículas que trae el agua potable.

En la figura 2-4 se puede ver la conexión de las válvulas solenoides, que controlan el flujo de agua hacia los estanques para las máquinas de hielo y la utilizada en el proceso de purificación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 4: Válvulas solenoides para el control de llenado de los estanques

Las válvulas solenoides, están conectadas a un interruptor de nivel situado dentro del estanque, cumpliendo la función de cortar el flujo de agua automáticamente una vez los estanques están llenos, para evitar el rebosamiento del agua.

El agua de los estanques baja por las tuberías y el fluido es impulsado por una bomba (figura 2-1, 3), hacia un filtro de arenas.

En la figura 2-5 se puede apreciar la bomba que impulsa el fluido hacia el primer filtro del proceso.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 5: Bomba centrífuga que impulsa el fluido hacia el filtro de arenas.

El filtro de arena, que se puede observar en la figura 2-6, es utilizado para remover hierro, manganeso y/o ácido sulfhídrico de corrientes de agua de diferentes fuentes.

Para llevar a cabo el proceso de retención de estos componentes, se debe primero oxidar el hierro y/o manganeso presente en el agua, para esto se dosifica un oxidante fuerte como es el permanganato de potasio y/o el cloro (hipoclorito de sodio). Estos oxidantes provocan la precipitación de estos compuestos, aumentando su tamaño y permitiendo que queden retenidos en la media filtrante, para luego, durante el ciclo de retro lavado, ser eliminados del filtro (Vigaflow, s.f.).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 6: Filtro de arena, encargado de remover elementos como el hierro, manganeso y/o ácido sulfhídrico.

Luego de que el agua sale de este filtro, entra al filtro de resina, que se puede observar en la figura 2-7. Este filtro funciona bajo el principio de intercambio iónico, mediante una resina que secuestra los iones calcio y magnesio, intercambiándolos por iones sodio con el objetivo de disminuir la dureza del agua y prevenir las incrustaciones.

Una vez saturada la resina, se produce la regeneración de esta, comandada por un cabezal o válvula de funcionamiento automático digital, utilizando cloruro de sodio (sal) que repone los iones intercambiados para continuar el proceso de ablandamiento.

Los iones de calcio y magnesio, son los principales causantes del alto contenido de dureza en el agua, que al entrar en contacto con temperaturas provocan incrustaciones en cañerías y equipos, deteriorándolos progresivamente (Vigaflow, s.f.).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 7: Filtro de resina junto al depósito de sal, usada para su regeneración, que tiene el objetivo de realizar el ablandamiento del agua.

Después el agua se dirige hacia el filtro de carbón activado, que se muestra en la figura 2-8. Este filtro trabaja como tamiz extrayendo los materiales pesados que se encuentran, por ejemplo, en el agua y aire, actuando, así como un purificador.

El carbón activado es un material extremadamente poroso, posee poros menores a 2 nanómetros y son muy eficientes en los fenómenos de adsorción.

Este es un proceso que se basa en la atracción de moléculas pesadas a una superficie sólida, como por ejemplo el carbón, dejando pasar solamente las moléculas más puras de un líquido o gas.

El carbono “activado” en el filtro ha sido cargado con electricidad que le permitirá atraer compuestos que contienen átomos de carbono, también conocidos como compuestos orgánicos.

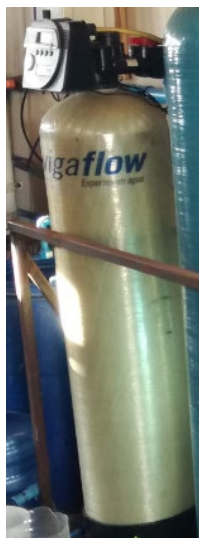
Este carbono cargado atrae solo a los compuestos orgánicos u otros contaminantes y los mantiene en el filtro cuando el agua pasa a través del mismo.

Al no permitir que los contaminantes pasen con el agua, se quedaran en el filtro hasta que los tiren e instalen de nuevo.

Este filtro funciona debido a que muchos contaminantes que pueden estar en el agua tienen una carga positiva, ellos son atraídos por la carga eléctrica negativa del carbón activado.

También puede atraer y retener a la mayoría de los contaminantes orgánicos que pasan, ya que el carbón activado tiene un área de superficie grande.

El carbón activado en si no altera el sabor del agua, pero puede mejorar el sabor mediante la eliminación de los compuestos orgánicos que pueden darle al agua un mal sabor u olor (simtech, s.f.).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 8: Filtro de carbón activado, tiene la función de retener contaminantes orgánicos u otros contaminantes que contengan carga positiva.

Luego el agua pasa por un filtro de sedimentos, que se visualiza en la figura 2-9, que es un filtro encargado de la remoción de sedimentos que puede contener el agua.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 9: Filtro de sedimentos de 5 micrómetros.

Seguidamente el agua entra al proceso de ósmosis inversa, en el que el agua al salir de este proceso ya se encuentra purificada.

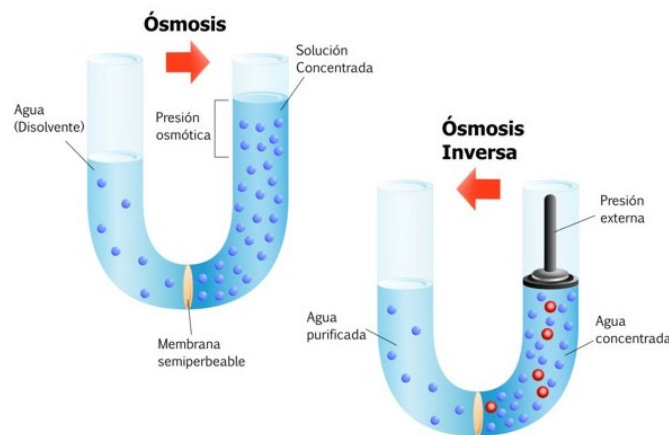
La ósmosis es el movimiento a través de una membrana parcialmente permeable porosa, que va de una región de mayor concentración a otra de menor, en esta acción la membrana tiende a igualar las concentraciones en los dos lados.

Este flujo de partículas solventes hacia la zona de menor potencial se conoce como presión osmótica medible en términos de presión atmosférica

Si se utiliza una presión superior a la presión osmótica, un efecto contrario al ósmosis se puede lograr, al presionar fluidos a través de la membrana y solo las moléculas de menor peso pasan del otro lado.

En el tratamiento de agua los sólidos disueltos al generar esta presión quedan retenidos en la membrana y solo pasa el agua, a esto se le llama ósmosis inversa. Para lograr este efecto del paso del agua es necesario presurizar el agua a un valor superior de la presión osmótica (carbotecnia, s.f.).

En la figura 2-10 se puede apreciar visualmente el proceso anteriormente explicado de ósmosis y ósmosis inversa.

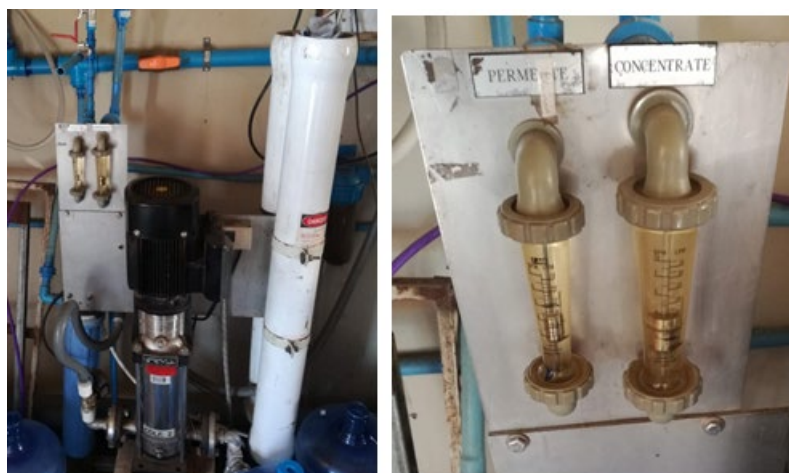


Fuente: (carbotecnia, s.f.)

Figura 2- 10: Descripción visual del proceso de ósmosis y ósmosis inversa

En este proceso, a través de una bomba se hace llegar la presión a las membranas, a una presión de 250 a 300 psi, luego se tienen dos salidas, en el que el agua purificada sale a un caudal de 6 l/min y el agua residual, que no puede ser consumida, y se va al alcantarillado es de 10 l/min, es decir, por cada 6 litros de agua purificada se desperdician 10 litros.

En la figura 2-11 se muestra la conexión de la osmosis inversa, que cuenta con una bomba que impulsa el agua a una alta presión hacia las membranas y los indicadores de caudal en sus salidas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 11: Conexión de la osmosis inversa e indicador de salidas del agua purificada y el agua residual

El agua purificada se dirige a dos estanques y se acumula, para posteriormente bajar hacia el primero piso a otros 2 estanques, los cuales son utilizados para el llenado de los productos.

La razón por la cual el agua se almacena en dos estanques en el primer piso es para comenzar la jornada laboral con 4000 litros de agua purificada. Cuando el agua purificada del tercer piso baja hacia los estanques del primer piso, los estanques del tercer piso nuevamente se comienzan a llenar, logrando durante el día renovarse 2 veces, haciendo un total de 6000 mil litros aproximadamente.

En la figura 2-12 se muestran los estanques que se encuentran en el primer piso, en el sector de llenado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 12: Estanques de agua purificada utilizada en el sector de llenado.

Cabe destacar que esta agua que se acumula en los estanques del tercer piso alimentan a una máquina de hielo que trabaja con agua purificada con el fin de obtener un hielo de mayor calidad. En la figura 2-13 podemos ver la máquina de hielo que trabaja con el agua purificada.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 13: Máquina fabricadora de hielo alimentada con agua purificada.

El agua que sale de los estanques de agua purificada del primer piso pasa por un filtro ultravioleta (figura 2-14) encargándose de eliminar el 99,9 por ciento de agentes patógenos. Este filtro funciona mediante la radiación o iluminación del flujo de agua con una o más lámparas de silicio cuarzo con unas longitudes de onda de 200 a 300 nanómetros, por lo tanto, el agua fluye sin detenerse por el interior de los purificadores que contienen estas lámparas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 14: Filtro ultravioleta encargado de eliminar agentes patógenos.

Luego el agua es impulsada por una bomba centrífuga, lo cual está conectada a un controlador de presión que cumple la función de que la bomba funcione solo cuando se abren las llaves de llenado para alcanzar la presión regulada, la cual es 1 bar.

En la figura 2-15 se puede apreciar la conexión de la bomba, un detalle de su placa y la conexión del controlador con el respectivo indicador de presión.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 15: Bomba periférica con conexión a un controlador de presión

Después el agua fluye hacia un último filtro de sedimentos, el cual se cambia aproximadamente entre 6 a 8 meses, dependiendo de la calidad de agua filtrada mensualmente. En consecuencia, cada 30 días se realiza un chequeo al filtro para ver el estado en que se encuentran, a causa de que la durabilidad es variable y depende principalmente de la turbidez del agua, el cual es un indicador del grado de transparencia de un líquido, su principal función es analizar la calidad del agua, este se ve influenciado negativamente, aumentando su valor, en función de la presencia de los sólidos suspendidos.

Finalmente, el agua tiene dos salidas para proceder a llenar los diferentes formatos de las botellas. Entre ellos encontramos botellas de formato de 600 cc, 1 litro, 10 litros desechable y 20 litros retornables.

En la figura 2-16 se muestra el filtro de sedimentos y las salidas del agua para el llenado de los productos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 16: Filtro de sedimentos y salidas del agua filtrada para el llenado de los bidones y botellas.

2.2 **SISTEMA DE PRODUCCIÓN**

La producción actual que tiene la fábrica son botellones de 20 litros, 10 litros desechables, y botellas de 1 litro y 600 cc. A continuación, se hará un detalle del proceso de llenado de cada producto.

2.2.1 **Bidón de 20 litros:**

1. Los bidones son lavados por su exterior e interior en el que primero son sanitizados por el interior con un desinfectante y sanitizante base amonio cuaternario (Anexo F) y limpiados con detergente por el exterior, y luego lavados con agua a presión por el exterior e interior. En la figura 2-17 se observa el proceso de lavado de los bidones.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 17: Lavado de bidones de 20 litros

- 2. Luego se procede al llenado de los bidones, los cuales ya se encuentran limpios y sanitizados, aptos para seguir con éste proceso, realizado de dos a la vez como se observa en la figura 2-18.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 18: Llenado de bidones de 20 litros

- 3. Luego se procede a realizar el sellado de los bidones colocando la tapa, luego el sello plástico, calentado con una pistola de calor para que se adhiera éste a la tapa y finalmente se cambian las etiquetas de las botellas (figura 2-19).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 19: Proceso de sellado de bidones, colocando su tapa, luego los sellos plásticos y finalmente las etiquetas.

En la Tabla 2-1 se puede observar los tiempos de cada proceso del agua de 20 litros considerando como constante dos bidones en cada proceso.

Tabla 2- 1: Tiempo para terminar 2 bidones de 20 litros

PRODUCTO	PROCESO	COMENTARIO	MINUTOS TOTALES
AGUA 20 LITROS	SATANIZADO Y LIMPIEZA EXTERIOR E INTERIOR	Se usa detergente y desinfectante	1,06
	ENJUAGADO	Se usa agua a presion	0,34
	LLENADO	Se llenan 2 en 1 minuto	1
	TAPA	Dos tapas en este tiempo	0,1
	SELLO	Colocar sello y sellar con pistola	1
	ETIQUETA	Dejar etiqueta encima de dos bidones	0,24
		Pegar etiquetas encima	0,76
Total general			4,5

Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Botellon de 10 litros

- 1. Los bidones son limpiados y revisados para ver que no tenga ningún tipo de contaminación.
- 2. Luego se realiza directamente al llenado y se colocan las tapas quedando inmediatamente sellados (figura 2-20).
- 3. Luego se colocan las etiquetas correspondientes y son ordenados en bodega para luego ser distribuidos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 20: Llenado de bidones de 10 litros desechables.

En la tabla 2-2 se puede observa el tiempo en que se demora en terminar el agua de 10 litros.

Tabla 2- 2: Tiempo para terminar 2 bidones de 10 litros.

PRODUCTO	PROCESO	COMENTARIO	MINUTOS TOTALES
AGUA 10 LITROS	LLENADO	Se llenando 2 en 30 segundos	0,5
	TAPA	Se colocan dos tapas en 30 segundos	0,5
	TRANSPORTE	Dejar 2 bidones afuera del area de llenado	0,5
	ETIQUETADO	Se etiquetan dos botellas en 15 segundos	0,25
Total general			1,75

Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Botellas de 1 litro

1. Las botellas son limpiadas y revisadas para ver que no tenga ningún tipo de contaminación
2. Luego se llenan con el agua, en este proceso las botellas se ponen en una fila de 3, en donde hay un sistema en serie para el llenado (figura 2-21). Luego de que las botellas son llenadas se colocan las tapas y las botellas lista se van dejando en un canasto de plástico.
3. Luego de llenar el canasto de plástico se procede a realizar el proceso de etiquetado.
4. Finalmente se comienzan a armar paquetes de agua de 6 unidades para luego ser almacenadas quedando listas para su distribución (figura 2-22).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 21: Llenado de botellas de 1 litro y herramienta utilizado para el llenado



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 22: Formación de paquetes de botellas de 1 litro

En la tabla 2-3 se puede observar el tiempo en que se demora el proceso para completar 6 aguas de 1 litro para así poder formar un paquete completa.

Tabla 2- 3: Tiempo total del proceso para terminar un paquete de 1 litro

PRODUCTO	PROCESO	COMENTARIO	MINUTOS TOTALES
AGUA 1 LITRO	LLENADO	Se llenan 6 botellas	0,6
	TAPA	Tapar 6 botellas	0,3
	PACA	Hacer una paca	2,75
	ETIQUETADO	En etiquetar 6 botella	0,6
	ORDEN	Traslado y orden para formar pacas	0,5
Total general			4,75

Fuente: Elaboración propia

2.2.4 Botellas de 600 cc

- 1. Las botellas son limpiadas y revisadas para ver que no tenga ningún tipo de contaminación
- 2. Luego se llenan con el agua, en este proceso las botellas se ponen en una base de 12, que es el tamaño de una paca. Seguidamente con el sistema en serie de 3 salidas se realiza el llenado (figura 2-23).
- 3. Luego de que las botellas son llenadas se colocan las tapas y las botellas lista se van dejando en un canasto de plástico.
- 4. Finalmente se comienzan a armas los paquetes de agua de 12 unidades para luego ser almacenadas quedando listas para su distribución (figura 2-24).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 23: Llenado de botellas de 600 cc y base para el llenado de botellas de 600 cc



Fuente: Elaboración propia

Figura 2- 24: Paquetes de botellas de 600 cc almacenadas.

En la tabla 2-4 se muestran los tiempos para formar un paquete de 600 cc, por lo tanto, los tiempos están calculados para realizar 12 botellas.

Tabla 2- 4: Tiempo del proceso para formar paquetes de 600 cc

PRODUCTO	PROCESO	COMENTARIO	MINUTOS TOTALES
AGUA 600 CC	LLENADO	Se llenan 12 botellas en este	0,52
	TAPA	Se tapan 12 botellas en este	0,204
	PACA	Tiempo en hacer una paca	3,2
	ETIQUETADO	6 segundos por botella	1,2
	ORDEN	Traslado y orden de botellas para formar pacas	0,5
	MOLDE	Poner botellas en el molde	0,25
	DESMOLDAR	Sacar botellas del molde	0,25
Total general			6,124

Fuente: Elaboración propia

2.3 ANÁLISIS DE VENTAS

Para el análisis de las ventas, la empresa no tenía un registro completo, así que se realizó el registro de todas las ventas de agua realizadas en las diferentes unidades en los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2018

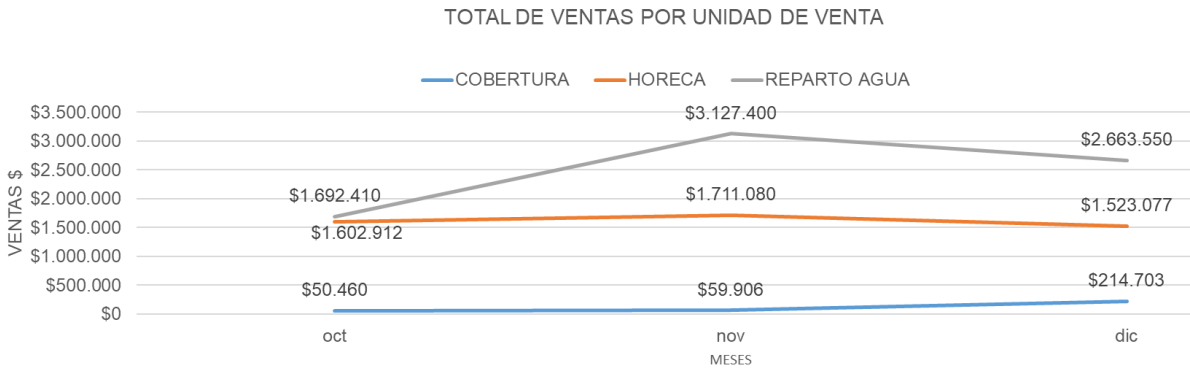
En la tabla 2-5 se puede ver el total de ventas por unidad en los meses de octubre, noviembre y diciembre. Y en el grafico 2-1 se aprecia el total de ventas por unidad de venta. De este grafico se observa que la unidad que aporta los mayores ingresos en los 3 meses analizados es la del reparto de agua, en donde hubo un aumento de ventas en el noviembre y disminuyo levemente en diciembre. Luego la unidad de Horeca, tuvo una leve baja desde octubre a diciembre. Finalmente, la unidad de cobertura es la que aporta menores ingresos, pero fue aumentando en el transcurso de los meses.

Tabla 2- 5: Ventas de agua por unidad de venta

CATEGORIA AGUA 

VENTAS FECHA	UNIDAD 	COBERTURA	HORECA	REPARTO AGUA	Total general
oct		\$50.460	\$1.602.912	\$1.692.410	\$3.345.782
nov		\$59.906	\$1.711.080	\$3.127.400	\$4.898.386
dic		\$214.703	\$1.523.077	\$2.663.550	\$4.401.330
Total general		\$325.069	\$4.837.069	\$7.483.360	\$12.645.498

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Grafico 2- 1: Total de ventas por unidad de venta

En la tabla 2-6 se aprecia las ventas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de cada producto. A través del grafico 2-2 se puede apreciar que el formato que mayor venta tiene es el de 20 litros, el cual tuvo un aumento en el mes de noviembre, pero luego en diciembre tuvo un leve decrecimiento.

Luego el siguiente formato que más se vende es el de 10 litros el cual tiene una tendencia creciente a través del tiempo.

El agua de 600 cc, que era un producto que se estaba introduciendo recién al mercado, se observa una tendencia decreciente en el transcurso de los meses.

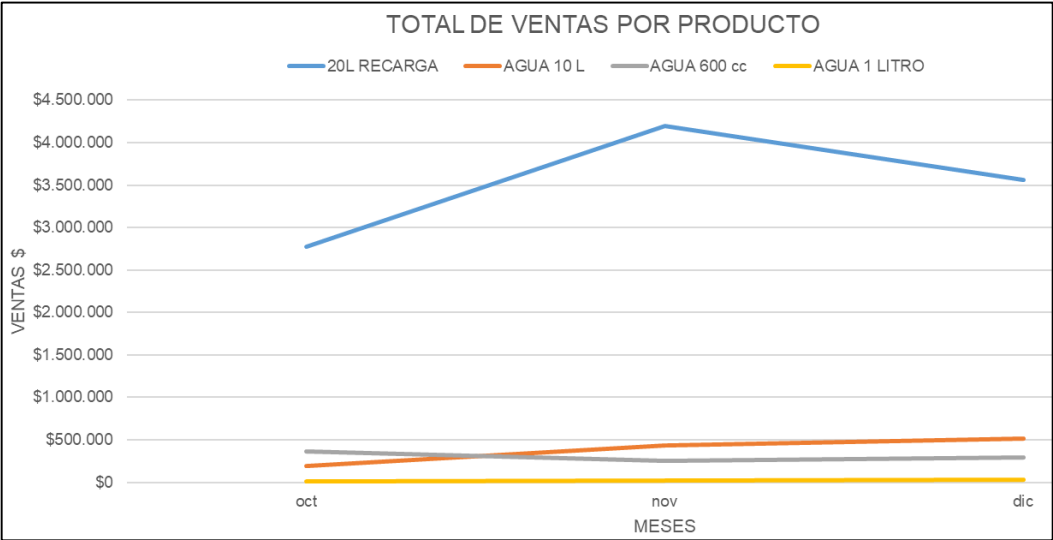
Y finalmente el agua de 1 litro, que es un formato nuevo que también se estaba introduciendo hace poco en el mercado, tuvo ventas bajas, pero la tendencia en el tiempo es creciente.

Tabla 2- 6: Ventas de agua por producto

CATEGORIA AGUA

VENTAS	PRODUCTO				
FECHA	20L RECARGA	AGUA 10 L	AGUA 600 cc	AGUA 1 LITRO	Total general
oct	\$2.778.212	\$193.210	\$359.750	\$14.610	\$3.345.782
nov	\$4.192.850	\$436.600	\$251.404	\$17.532	\$4.898.386
dic	\$3.556.683	\$516.914	\$297.052	\$30.681	\$4.401.330
Total general	\$10.527.745	\$1.146.724	\$908.206	\$62.823	\$12.645.498

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Grafico 2- 2: Total de ventas por producto durante 3 meses

En la tabla 2-7 se observa la cantidad de agua vendida por cada producto, en base a esta información, en el gráfico 2-3 se observa que el formato que más ventas tuvo fue el de 20 litros, el cual tiene una tendencia creciente en las ventas desde octubre a diciembre.

Luego en el agua de 600 cc se aprecia una tendencia decreciente en el transcurso de estos periodos, que también se aprecia en el grafico 2-2, del total de ventas por producto.

El agua de 10 litros tiene una tendencia creciente en la cantidad de agua vendida.

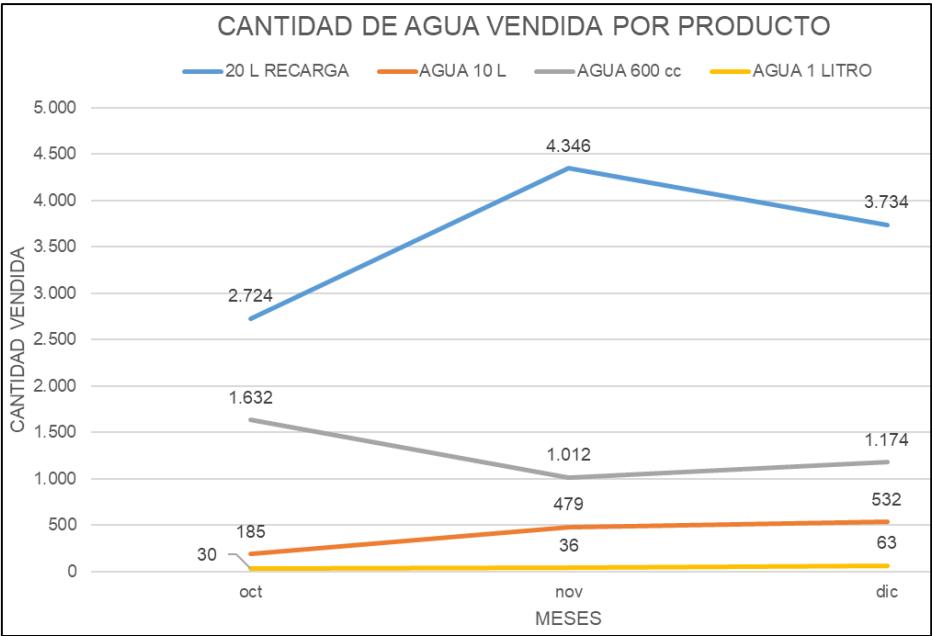
Y el agua de 1 litro tiene una tendencia creciente y una baja venta durante estos periodos de tiempo.

Tabla 2- 7: Cantidad de agua vendida durante 3 meses

CATEGORIA AGUA

CANTIDAD	PRODUCTO
FECHA	20 L RECARGAAGUA 10 LAGUA 600 ccAGUA 1 LITROTotal general
oct	2.7241851.632304.571
nov	4.3464791.012365.873
dic	3.7345321.174635.503
Total general	10.8041.1963.81812915.947

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

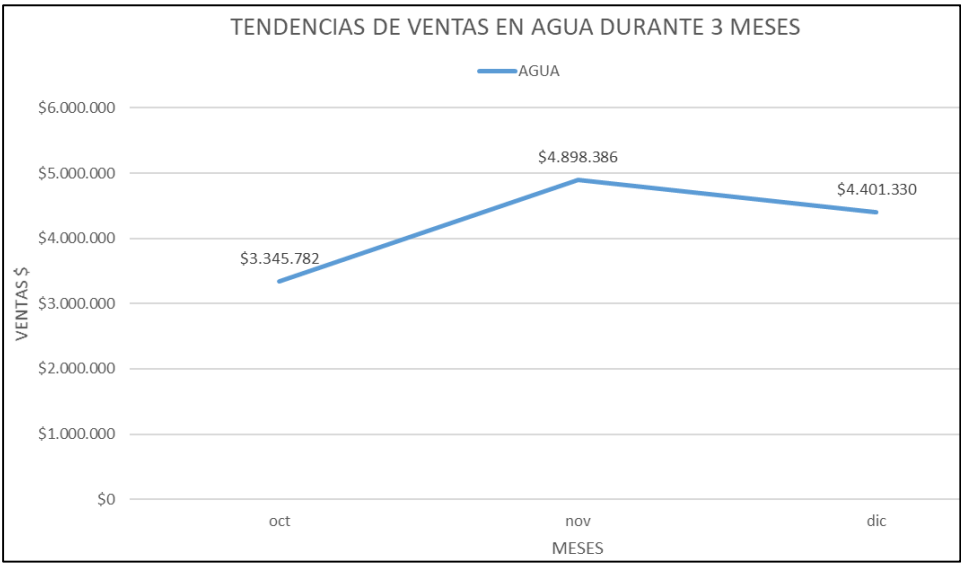
Grafico 2- 3: Cantidad de agua vendida por producto

En la tabla 2-8 se observa las ventas generales de agua durante los meses analizados, y en el gráfico 2-4, se observa una tendencia creciente de las ventas desde octubre a diciembre.

Tabla 2- 8: Ventas generales en los productos de agua

VENTAS	CATEGORIA	
FECHA	AGUA	Total general
oct	\$3.345.782	\$3.345.782
nov	\$4.898.386	\$4.898.386
dic	\$4.401.330	\$4.401.330
Total general	\$12.645.498	\$12.645.498

Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Grafico 2- 4: Ventas generales en los productos de agua

2.3.1 METAS DE PRODUCCIÓN

En la tabla 2-9 se encuentran las metas propuestas inicialmente para cada producto, las cuales no se están cumpliendo en el día de hoy. Debido a que la capacidad que tiene la fábrica para producir agua purificada durante el día son de 6000 litros, de los cuales 2000 litros aproximadamente se van generando durante el día, en consecuencia, las metas propuestas no son las adecuadas para la cantidad de agua que puede producir la fábrica actualmente.

Tabla 2- 9: Metas de producción por producto

PRODUCTO	META POR DÍA	META MENSUAL	CANTIDAD DE AGUA (L)
AGUA 20 LITROS	200	5200	4000
AGUA 10 LITROS	250	6500	2500
AGUA 1 LITRO	420	10920	420
AGUA 600 CC	480	12480	288

TOTAL AGUA A UTILIZAR POR DÍA:	7208
--------------------------------	------

Fuente: Manual de la empresa

2.4 CALCULO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN NOMINALES

Se determinó el costo de cada producto que comercializa la empresa, solo considerando las aguas desechables y retornables, identificando los costos variables por cada producto, en base a las metas de producción diaria, y los costos fijos que tienen actualmente.

2.4.1 Costos variables

Para determinar los costos variables unitarios totales para cada producto se deben separar en costos por materias primas, costos de mano de obra directa y costos indirectos de fabricación.

- Materias primas: Incluye todos los insumos básicos para el producto, en la tabla 2-10 se muestra la descripción y valor de cada insumo.

Tabla 2- 10: Costos de insumos por producto.

Producto	Descripcion	Valor
AGUA 1 LITRO	Agua	\$1
	Botella	\$172
	Etiqueta	\$37
	Manga	\$15
Total AGUA 1 LITRO		\$225
AGUA 10 LITROS	Agua	\$10
	Botella	\$450
	Etiqueta	\$57
Total AGUA 10 LITROS		\$517
AGUA 600 CC	Agua	\$1
	Botella	\$98
	Etiqueta	\$30
	Manga	\$7
Total AGUA 600 CC		\$136
AGUA DE 20 LITROS	Agua	\$20
	Botella	\$288
	Etiqueta	\$75
	Sello	\$9
	Tapa	\$39
Total AGUA DE 20 LITROS		\$431

Fuente: Elaboración propia

- Mano de obra directa: Se calcula en base a los minutos de operación por botella. La cantidad corresponde al tiempo en que se demorará en producir una unidad del producto. El costo por minuto se obtiene desde el sueldo mínimo mensual, en la tabla 2-11 se puede observar el tiempo de operación por unidad y el costo por minuto de cada producto en base al tiempo de producción estimado, dato entregado por la empresa.

Tabla 2- 11: Tiempo de operación producto y valor mano de obra por minuto

Producto	Sueldo mensual	Tiempo operación por unidad	Costo por min.
Agua de 20 litros	\$301.000	4	\$21
Agua 10 litros	\$301.000	0,48	\$21
Agua 1 litro	\$301.000	0,32	\$21
Agua 600 cc	\$301.000	0,86	\$21

Fuente: Manual de la empresa

- Costos indirectos de fabricación: Dentro de estos costos se considera la energía eléctrica, la cual fue calculada con respecto a la boleta con más alto consumo, que son 10.872 Watts. Se determinó, en primer lugar, la cantidad unitaria estableciendo un criterio de consumo según cada proceso, el cual fue propuesto a la gerencia de la empresa. En la tabla 2-12 se puede observar el porcentaje de consumo que se le asigna a cada proceso en cuanto a consumo de electricidad.

Tabla 2- 12: Porcentajes asignados por proceso al consumo de energía eléctrica

proceso	porcentaje
Fábrica de agua	20%
Fábrica de hielo	45%
Productos congelados	30%
Otros	5%

Fuente: Elaboración propia

Y luego se divide por la cantidad total de unidades a producir durante el día, que es la suma total de la meta a producir diariamente, la cual se observa en la tabla 2-13. Obteniendo finalmente un consumo diario unitario de 0,05369 kWh. En segundo lugar, se calcula el costo del kWh, dividiendo el monto total de la factura en los kWh consumidos en el mes, dando un valor de 116,35 pesos.

Tabla 2- 13: Meta diaria de agua a producir.

PRODUCTO	CANTIDAD
20 L	200
10 L	250
1 L	420
600 CC	480
TOTAL	1350

Fuente: Manual de la empresa

También se considera el transporte y la mantención, obteniendo un monto unitario de 3,63 y 2,22 pesos. Estos fueron obtenidos, de igual forma como la energía eléctrica, asignado un porcentaje al proceso de fabricación de agua de un 35 y 30 por ciento, que se observa en la tabla 2-14 y 2-15, respectivamente. y luego se divide por el total de la meta diaria a producir (tabla 2-13).

Tabla 2- 14: Porcentajes asignados al costo de transporte por proceso

PROCESO	PORCENTAJE
FABRICA DE AGUA	35%
FABRICA DE HIELO	45%
PRODUCTOS CONGELADOS	20%

Fuente: Manual de la empresa

Tabla 2- 15: Porcentajes asignados al costo de mantención por proceso

PROCESO	PORCENTAJE
FABRICA DE AGUA	30%
FABRICA DE HIELO	55%
PRODUCTOS CONGELADOS	15%

Fuente: Manual de la empresa

Finalmente, en la tabla 2-16 se observa el costo variable unitario total de cada producto comercializado.

Tabla 2- 16: Costo variable unitario por producto

PRODUCTO	VALOR
Agua de 20 litros	\$537
Agua 10 litros	\$545
Agua 1 litro	\$246
Agua 600 cc	\$168

Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Costos fijos

Para determinar los costos fijos la empresa entrega la información de la nómina de los trabajadores, depreciación de los equipos y también se recopila información de las facturas de los servicios básicos, tales como, teléfono, internet, estacionamiento, arriendo, luz y agua, en donde se considera un costo fijo representado por un 5 por ciento del total facturado, en los dos últimos servicios (tabla 2-12, otros). Obteniendo un costo total de 3.066.137 pesos. La descripción de cada costo fijo se observa en la tabla 2-17.

Tabla 2- 17: Descripción de los costos fijos

Costos Fijos Mensuales	Valor Total (\$)
Nomina (sueldos)	\$2.152.000
Estacionamiento	\$180.000
Teléfonos	\$198.820
Depreciación equipos	\$166.667
Internet	\$58.990
Arriendo	\$235.000
Luz	\$63.246
Agua	\$11.414
Total	\$3.066.137

Fuente: Manual de la empresa

2.4.3 Costos unitario totales

Para determinar los costos unitarios, en primer lugar, se toma como base la producción meta mensual y a cada producto se le asigna un porcentaje del total de los costos fijos, los cuales fueron aprobados por la gerencia de la empresa. En la tabla 2-18 se puede observar la meta de producción de cada producto y el porcentaje designado.

Tabla 2- 18: Producción mensual y porcentaje designados a los costos fijos por producto

DESCRIPCIÓN	META DE PRODUCCIÓN	PORCENTAJE
Agua de 20 litros	5200	25%
Agua 10 litros	6500	15%
Agua 1 litro	10920	10%
Agua 600 cc	12480	10%
Hielo	8000	25%
Congelados	7500	15%

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el valor del costo fijo total por producto, que se observan en la tabla 2-19, serán igual a la suma de los costos variables unitarios y costos fijos unitarios. Este último se calcula dividiendo el costo fijo designado según producto, dividido por la cantidad a producir mensualmente.

Tabla 2- 19: Costos totales por producto

PRODUCTO	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	COSTO TOTAL
Agua de 20 litros	\$537	\$147	\$684
Agua 10 litros	\$545	\$71	\$616
Agua 1 litro	\$246	\$28	\$274
Agua 600 cc	\$168	\$25	\$193

Fuente: Elaboración propia

2.5 COSTOS DE PRODUCCIÓN ACTUALES

Para verificar los costos actuales de los productos se realiza un cálculo del promedio de la producción reportada en el mes de enero, que se muestra en la tabla 2-20, en donde se observa que la empresa no está llegando a sus metas de producción.

En consecuencia, se recalcularon nuevamente los costos de cada producto, utilizando la misma metodología de cálculo anterior de los costos totales, utilizando los datos de la tabla 2-20.

Obteniendo diferencias en los costos variables y fijos unitarios que se observan en la tabla 2-21

Por ultimo en la tabla 2-22 se puede apreciar una tabla comparativa entre los costos de producción, en base a las metas de producción y producción actual.

Tabla 2- 20: Producción promedio del mes de enero

PRODUCTO	VALOR
AGUA 20 LITROS	160
AGUA 10 LITROS	117
AGUA 1 LITRO	180
AGUA 600 CC	398

Fuente: elaboración propia

Tabla 2- 21: Costos totales en base a la producción actual

PRODUCTO	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	COSTO TOTAL
AGUA DE 20 LITROS	\$545	\$184	\$729
AGUA 10 LITROS	\$553	\$151	\$704
AGUA 1 LITRO	\$254	\$66	\$320
AGUA 600 CC	\$176	\$30	\$206

Fuente: elaboración propia

Tabla 2- 22: Comparación de los costos de producción nominales con los actuales

PRODUCTO	COSTO TOTAL META	COSTO TOTAL REAL
AGUA DE 20 LITROS	\$684	\$729
AGUA 10 LITROS	\$616	\$704
AGUA 1 LITRO	\$274	\$320
AGUA 600 CC	\$193	\$206

Fuente: elaboración propia

2.6 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMÁTICAS

Como la empresa no llega a las metas de producción ideales, los costos de la producción de cada producto son más altos a los que tienen calculados, por lo tanto, el margen de ganancia que actualmente tienen es menor, para dar solución a esto, se debe aumentar la producción, con el fin de llegar a las metas propuestas para que los costos disminuyan.

Para esto en primer lugar, la fábrica debe aumentar la cantidad máxima de agua purificada que producen. En consecuencia, es necesario instalar 2 estanques de almacenamiento para que se puedan acumular 8.000 litros durante en el día, aproximadamente y además partan la jornada laboral con 6000 mil litros. Con esto se consigue ganar tiempo. Si se analizan los tiempos de llenado, por ejemplo, el de los bidones de 20 litros, aproximadamente en 3 horas y media se habrían usado los 4000 mil litros.

Además, como el llenado de los estanques es manual, es decir se abre una llave cuando se vacía un estanque para que el agua acumulada baje desde el tercer piso, recién a la hora y media de producción se abriría esta válvula, por lo tanto, la generación de agua purificada demoraría mucho más tiempo.

Para solucionar esto se propone que en los estanques del primer piso estén conectados a una electroválvula en conjunto a una pera de nivel, con esto se consigue dejar de forma automática el llenado de los estanques. Cuando el nivel de agua de los estanques del primer piso baje, inmediatamente se abrirá la electroválvula y comenzará a bajar el agua del tercer piso, en consecuencia, se iniciaría, en los estanques del tercer piso, la generación de más agua purificada inmediatamente.

También se propone un cambio de la bomba para que el caudal de agua purificada sea mayor y así poder reducir los tiempos de llenado, en especial el de los bidones de 20 y 10 litros.

Además, se propone una mejora en la conexión, en la cual se tendrán 4 salidas de agua que estarán controlados por electroválvulas, para que el sistema de llenado sea semiautomatizado, y solo se tenga que abrir y cerrar las válvulas con un botón a través del tablero de conexión de éstas.

También se deberán instalar manómetros para controlar la presión de salida y válvulas de cierre para ajustar la presión y flujo en cada una de las salidas con el objetivo de que por todas las salidas salga el mismo caudal.

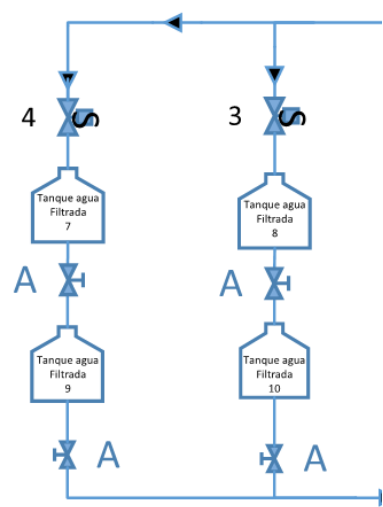
Finalmente, en el siguiente capítulo se explicará con más detalles estas propuestas para el mejoramiento de la producción.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE MEJORA

3.1 PROPUESTA DE MEJORA EN CONEXIÓN DE TUBERÍAS

La propuesta de mejora va enfocada a que la empresa pueda lograr las metas de producción que actualmente tienen, que fueron expuestas en el capítulo 2.

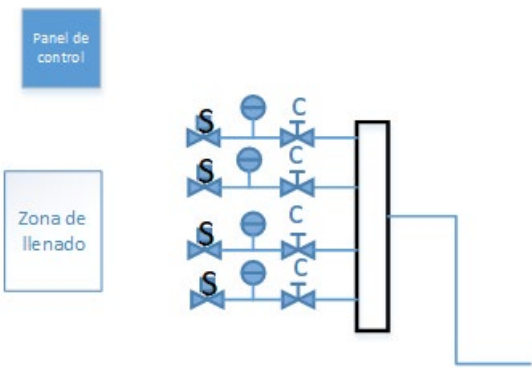
Para esto, en primer lugar, es necesario aumentar la capacidad de almacenamiento de agua purificada, por lo que es necesario tener dos estanques más de 1.000 litros, logrando acumular 8.000 litros que puede producir la planta de agua purificada, para así comenzar la jornada laboral con 6000 litros. En la figura 3-1 se puede observar una imagen de la conexión de los estanques.



Fuente: elaboración propia

Figura 3- 1: Conexión de los estanques de la propuesta.

En segundo lugar, es necesario aumentar la cantidad de salidas de llenado, como se muestra en la figura 3-2, ya que con esto se podrá aumentar la producción de agua de 20 litros y 10 litros, si antes se producían 2 bidones de 20 litros en 1 minuto, ahora tendremos 4 bidones de 20 litros en la misma cantidad de tiempo, para ello se agregarán dos salidas más de agua las cuales serán controladas por electroválvulas, que serán conectadas a un tablero eléctrico para poder controlar de forma más rápida la apertura y cierre de cada salida.



Fuente: elaboración propia

Figura 3- 2: Modificación en las salidas de llenado

En la tabla 3-1 se puede observar una comparación solo del tiempo de llenado con la conexión actual versus la propuesta, en donde el tiempo se reduce aproximadamente un 42%.

Tabla 3- 1: Tiempos de llenado actual versus la propuesta de mejora

PRODUCTO	CANTIDAD DE AGUA (L)	TIEMPO LLENADO ACTUAL (minutos)	TIEMPO LLENADO PROPUESTA (minutos)
AGUA 20 L	4000	110	35
AGUA 10 L	2500	125	78,125
AGUA 1 L	420	63	50,4
AGUA 600 cc	288	48,96	38,56
TOTALES	7208	346,96	202,085

Fuente: elaboración propia

En tercer lugar, se realizará un cambio de la bomba actual, ya que su eficiencia es aproximadamente de un 32 por ciento, este cálculo se obtiene dividiendo el caudal de salida de la válvula de llenado por el caudal teórico que muestra la placa de la bomba, en la figura 3-3 se puede apreciar la realización del cálculo. Y, realizando este cambio, se podrá reducir el tiempo en que se llenan los bidones.

Producto	Tiempo salida 1	Tiempo salida 2	cantidad de botellas	Caudal salida 1	Caudal salida 2	Promedio
20 litros	58 segundos	60 segundos	2	20,69 L/min	20,00 L/min	21,53 L/min
10 litros	25 segundos	28 segundos	2	24,00 L/min	21,43 L/min	

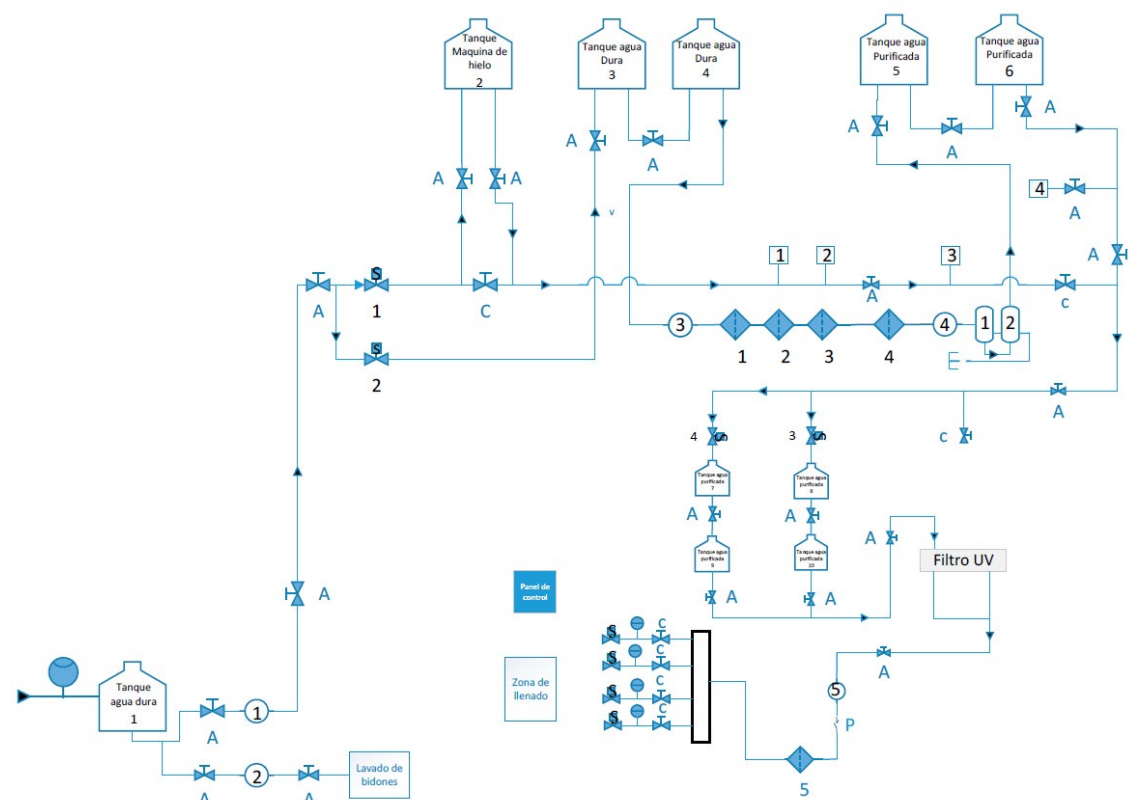
Producto	Tiempo salida 1	Tiempo salida 2	cantidad de botellas	Caudal salida 1	Caudal salida 2	Promedio
20 litros	58 segundos	60 segundos	2	1,24 m3/h	1,20 m3/h	1,29 m3/h
10 litros	25 segundos	28 segundos	2	1,44 m3/h	1,29 m3/h	

Caudal practico	1,29 m3/h
Caudal teorico	4,00 m3/h
eficiencia	32%

Fuente: elaboración propia

Figura 3- 3: Medición del caudal práctico y cálculo de la eficiencia de la bomba

En la figura 3-4 se muestra la propuesta del sistema de conexión, en donde dos estanques serán alimentados directamente con agua purificada y estos estarán conectados en serie con los otros dos estanques, y serán controlados por una válvula solenoide, para que así el agua del tercer piso baje de forma automática, cuando el nivel de agua de los estanques del primer piso comience a bajar. También se incluirán dos salidas más, cada una de ellas con una válvula de bola de PVC, un manómetro, y una electroválvula, que serán controladas por un tablero eléctrico, como se explicó anteriormente.



Fuente: elaboración propia

Figura 3- 4: Propuesta de mejora en el sistema

3.2 CÁLCULO POTENCIA DE LA BOMBA Y PERDIDAS POR FRICCIÓN

Para verificar cual es la potencia que necesita la bomba del sistema se debe realizar una serie de cálculos, que serán explicados a continuación, partiendo por el cálculo de la potencia de la bomba, utilizando la siguiente ecuación 1.

$$P_B(\text{hp}) = \frac{Q\rho gh_B}{746e} \quad \text{Ecuación 1}$$

En donde:

- Q: caudal $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$
- ρ : densidad del agua - $998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- g: gravedad - $9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- h_B : cabeza neta de la bomba (m)
- e: eficiencia de la bomba

La eficiencia de la bomba se estima que es de un 60 por ciento, en términos generales, ya que bombas pequeñas caen en la categoría entre un 70 y 50 por ciento de eficiencia.

La única incógnita que se tiene de esta ecuación es h_b , que se calcula a través de la ecuación de Bernoulli o balance de energía (ecuación 2)

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + h_b = h_3 + \frac{v_3^2}{2g} + \frac{p_3}{\gamma} + h_{1-3} \quad \text{Ecuación 2}$$

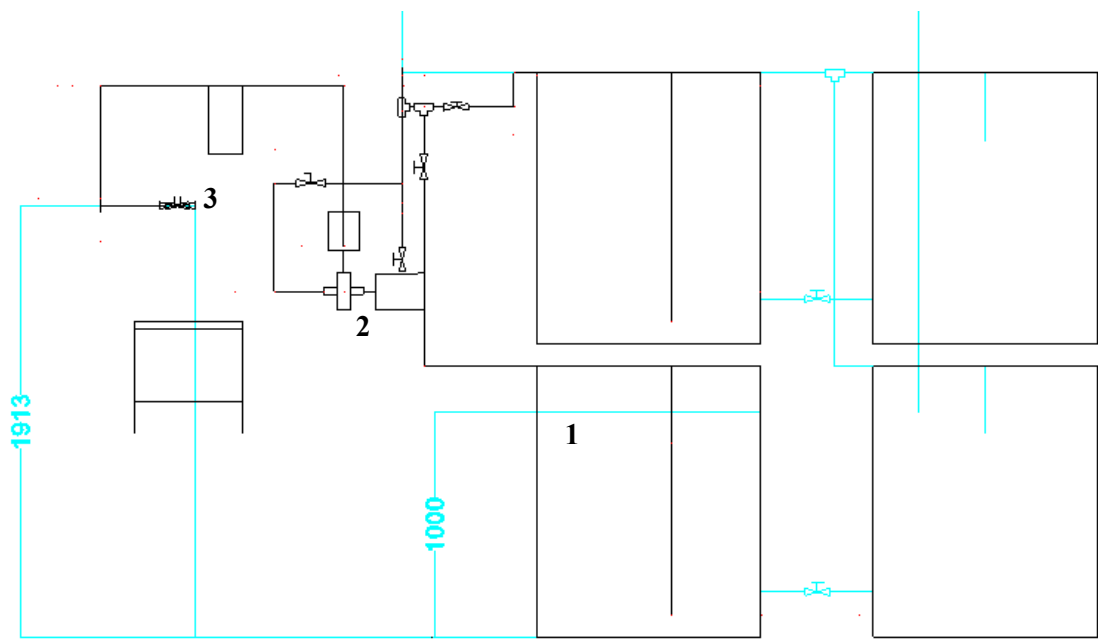
Donde:

- h_1 : Altura en el punto de referencia 1
- v_1 : Velocidad en el punto de referencia 1
- g: Gravedad
- h_b : Cabeza neta de la bomba
- h_3 : Altura en el punto de referencia 3
- γ : Densidad del agua

- p_1 : Presión en el punto de referencia 1
- p_3 : Presión en el punto de referencia 3
- v_3 : Velocidad en el punto de referencia 3
- h_{1-3} : Perdidas de carga desde punto de referencia 1 al 3.

Se considera un punto de referencia desde el nivel del suelo. La velocidad v_1 es igual a cero, porque el agua se encuentra en reposo en el punto 1.

La presión p_1 es igual a la atmosférica por lo tanto se desprecia al igual que p_3 , que es la presión en la salida de las válvulas de llenado, en la figura 3-5 se puede visualizar un bosquejo de los puntos de referencia, que para efectos de simplificar el problema se supondrá que el sistema solo tiene 1 salida, en el punto 3 de la figura 3-5.



Fuente: elaboración propia

Figura 3- 5: Puntos de referencia en el sistema de conexión de tuberías

Y el diámetro de la tubería será el mismo para todo el sistema. En base a estas suposiciones se despeja h_b la ecuación 2, resultando la siguiente ecuación 3.

$$h_b = h_3 - h_1 + \frac{v_3^2}{2g} + h_{1-3}$$

Ecuación 3

En la figura 3-6 se puede apreciar los pasos para realizar los cálculos de la velocidad, v_3 , y la distancia del nivel del suelo hasta los puntos de referencia.

En 1, se transforma el diámetro de la tubería que son 32 mm, menos su espesor que son 1,7 en ambos lados, resultado finalmente 28,6 mm de diámetro interior a metros.

En 2 se realiza la transformación del caudal que necesitamos, que son 60 l/min a m^3/s , dando como resultado $0,001 m^3/s$.

En 3 se encuentran los datos para calcular el área en 4, y así obtener la velocidad, resultando 1,56 m/s aproximadamente.

Luego en 5 se tiene el cálculo de la altura de elevación, que es la diferencia de cotas desde el nivel del suelo entre el punto 1 y punto 3, obteniendo 0,913 metros.

1	TRANSFORMACIÓN DE mm a metros		4	DATOS PARA CALCULAR LA VELOCIDAD	
	mm	28,6		Q	0,001
	Metros	0,0286		A	0,000642426
2	TRANSFORMACIÓN LITROS POR MIN A m3/s		V (m/s)	1,56	
	1 m3	1000 L	5	CÁLCULO H3 (m)	
	1 min	60 s		H 1	1
	Q l/min	60		H 3	1,913
	Q m3/S	0,001			
3	DATOS PARA CALCULAR EL ÁREA			ΔH =	0,913
	Pi	3,1416			
	D	0,0286			
					0,00081796

Fuente: elaboración propia

Figura 3- 6. Cálculos para determinar la velocidad y altura.

Para calcular las pérdidas de carga h_{1-3} , se utilizará la ecuación de Darcy, que se muestra en la ecuación 4

$$h_{1\rightarrow3} = F \frac{L}{D} \frac{v_3^2}{2g} + \sum K_c \frac{v_3^2}{2g} + K_v \frac{v_3^2}{2g} + K_{Tee} \frac{v_3^2}{2g} + K_E \frac{v_3^2}{2g}$$

Ecuación 4

Los datos que considera esta ecuación son calculados en la figura 3-7, en donde en 6 calculamos el número de Reynolds, obteniendo un régimen turbulento, luego en 7

CÁLCULO PERDIDAS POR FRICCIÓN DESDE PUNTO 1-3			
DATOS QUE CONSIDERA LA ECUACIÓN			
F (coeficiente de fricción)	0,0215		
L	12,001		
D	0,0286		
v3	1,56	2,423	
g (gravedad)	9,8		
Kc	0,9		
Kv	0,2		12
K TEE	0,6		
K entrada	0,8		
Parte 1: pérdidas por fricción primarias			
	1,117		
Parte 2: pérdidas por accesorios		13	
	1,558	Codos	
	0,198	válvulas	
	0,297	TEE	
	0,099	Entrada	
Total pérdidas Hf 1-3 =		3,26847814	14

Fuente: elaboración propia

Figura 3- 8: Calculo perdidas por fricción entre punto 1 y 3.

Con la información calculada anteriormente tenemos todos los datos necesarios para obtener el valor de H_b, que se muestra en la figura 3-9, en donde tenemos en 15 los datos necesarios y en 16 el resultado buscado.

CÁLCULO CABEZA NETA DE LA BOMBA		
ECUACIÓN DE BERNOULLI O BALANCE DE ENERGÍA		
DATOS QUE CONSIDERA LA ECUACIÓN		
h ₁	1	
v ₁	0	0
g (gravedad)	9,8	
P ₁	-	15
γ (densidad)	-	
H _b (m)	x	
h ₃	1,913	
v ₃	1,557	2,4230
P ₃	-	
h ₁₋₃	3,268	
H _b	4,30510078	16

Fuente: elaboración propia

Figura 3- 9: Calculo para determinar la cabeza neta de la bomba H_b

Con este valor finalmente en 17, de la figura 3-10, podemos ver el valor de la potencia necesaria de la bomba en HP.

CÁLCULO POTENCIA DE LA BOMBA	
DATOS NECESARIOS	
CAUDAL (m³/s)	0,001
DENSIDAD DEL AGUA (kg/m³)	998
GRAVEDAD (m/s²)	9,81
H _B (m)	4,30510078
e "EFICIENCIA DE LA BOMBA"	0,6
Potencia de la bomba:	17
P _B (HP)	0,09416571

Fuente: elaboración propia

Figura 3- 10: Resultado potencia necesaria de la bomba

El valor obtenido es bajo, ya que el sistema no necesita elevar grandes alturas, por lo tanto, una bomba que cumpla con el caudal necesario en la salida, satisface la necesidad de la propuesta, lo más certero es elegir una bomba de tipo centrifuga que son ideales para entregar un mayor caudal al sistema.

3.3

DETERMINACIÓN DE LA BOMBA PARA LA NUEVA PROPUESTA

La bomba actual instalada en el sistema tiene las siguientes características que se muestran en la tabla 3-2.

Tabla 3- 2: Característica de la bomba actual

Características	Bomba actual
Potencia	0,75 kW (1 HP)
voltaje	220 V
elevacion de succion	5 m
velocidad	2900 RPM
Diametro salidas	32 x 32 mm
aislamiento	E
cabeza	12 m
flujo	4 m3/h
Frecuencia	50 hz
corriente	5,2 A
fase	monofasica
Modelo	DLB (decay resistance pump) 32FS- 12

Fuente: Placa de la bomba

En la tabla 3-3 se puede apreciar diferentes opciones de bombas a elegir, teniendo como alternativas bombas de tipo periférica, las cuales son especiales para suministrar presión al sistema, y centrifugas que son ideales para suministrar mayor caudal a un sistema.

Como el objetivo es que en las salidas haya un mayor caudal, para poder llenar los productos en un menor tiempo, lo más convenientes es elegir una bomba de tipo centrifuga.

Tabla 3- 3: Alternativas de bombas para la propuesta

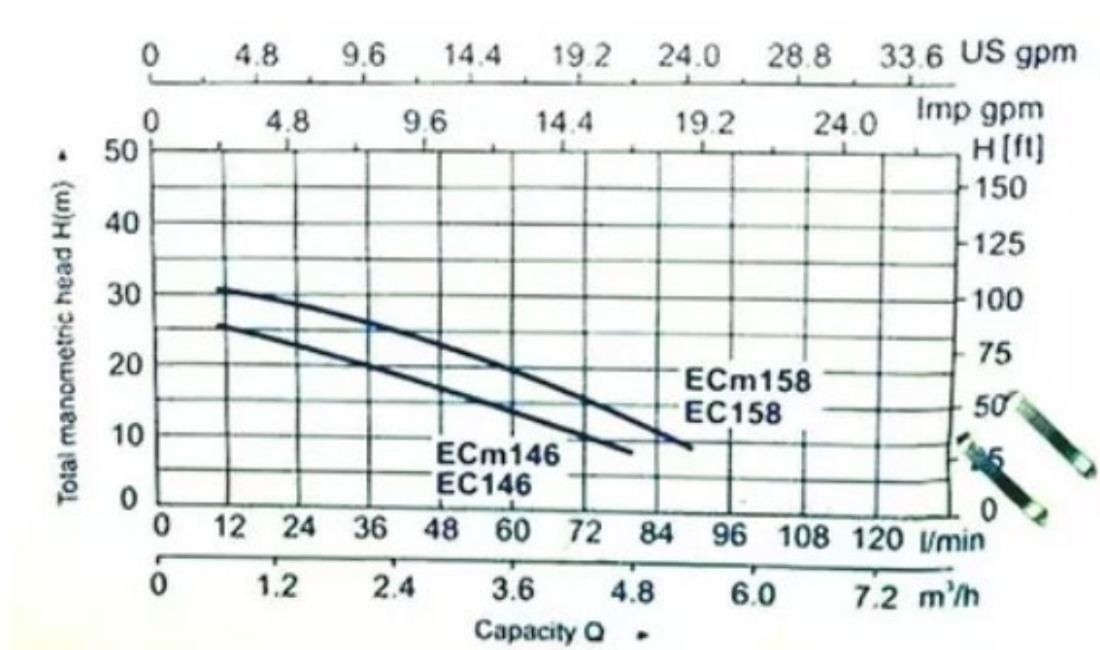
Características	Bomba alternativa A (periferica)	Bomba alternativa B (periferica)	Bomba alternativa C (centrifuga)	Bomba alternativa D (centrifuga)
Potencia	1 HP	1 HP	0,8 HP	0,5 HP
Voltaje	220 V	220 V	220 V	220 V
Elevación de succión	8 m	8 m	8 m	8 m
Velocidad	2900 RPM	2900 RPM	2900 RPM	2900 RPM
Diametro salidas	1" (conexión)	1"x1"	1"x 1"	1"x 1"
Cabeza	55 m	62 m	27 m	27 m
Flujo de salida	50 L/min	50 L/min	80 L/min	80 L/min
Frecuencia	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Corriente	5,5 A	no especifica	4,5 A	no especifica
Fase	monofasica	monofasica	Monofásico	Monofásico
Modelo	Humboldt XKm80-1	Aquastrong EKM80	Aquastrong Ecml46	Pedrollo CP130
Presión máxima	8 bar	6,1 bar	3 bar	3 bar
Precio	\$57.990	\$63.990	\$74.990	\$136.850

Fuente: elaboración propia

Considerando las características de cada una de las bombas, su costo y además buscando de que coincidan con ciertas características que tiene la bomba actual. El dispositivo de bombeo que se propone para el sistema es la alternativa C, una bomba de tipo centrifuga, la cual entrega un flujo mayor a la bomba anterior.

En el grafico 3-1 se puede apreciar la curva característica de la bomba, el modelo elegido es el ECm146, la cual a un caudal de 40 L/min llegara a una altura manométrica de 18 m aproximadamente.

Grafico 3- 1: Curva característica de la bomba seleccionada para la propuesta



Fuente: (FERRETERONLINE, 2019)

3.4 COSTO DE LA PROPUESTA

En la tabla 3-5 se puede muestra la inversión que se necesita para implementar la propuesta de mejora, dando un total de \$921.530.

Tabla 3- 4: Inversión de la propuesta

Producto	Precio unitario	Cantidad	Valor total
Bomba centrifuga	\$74.990	1	\$74.990
Controlador electrónico presión 1,5 Hp	\$27.990	1	\$27.990
Tubos de PVC 32 mm	\$2.430	2	\$4.860
Tubo de PVC 25 mm	\$1.050	2	\$2.100
Tubo de PVC 50 mm	\$8.130	1	\$8.130
codos	\$290	6	\$1.740
Buje reducción 32x25 mm	\$290	2	\$580
Electroválvulas	\$22.990	4	\$91.960
Válvulas de bola 32 mm	\$2.890	8	\$23.120
Unión americana 32 mm	\$2.390	2	\$4.780
Tapa gorro pvc 50 mm	\$490	2	\$980
Estanques de agua 1000 litros	\$70.000	2	\$140.000
Manómetro	\$6.990	4	\$27.960
Mano de obra	\$350.000	1	\$350.000
Panel de control electroválvula	\$100.000	1	\$100.000
Pegamento para tuberías	\$5.390	1	\$5.390
Llave de jardín 1"	\$10.990	4	\$43.960
Interruptor de nivel para estanques	\$12.990	1	\$12.990
TOTAL:			\$921.530

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculados los costos de la propuesta, mediante la determinación de cada componente que se debe incluir en el proyecto, se dará paso, en el siguiente capítulo a realizar un estudio económico de esta propuesta para ver la rentabilidad de esta, y también dar a conocer cuáles son los costos de producción de cada producto aplicando la mejora en el proceso productivo.

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA

4.1 EVALUACIÓN ECONÓMICO

Para ver la rentabilidad del proyecto en este capítulo se realizará un flujo de caja puro, para posteriormente calcular los indicadores económicos de rentabilidad, los cuales son el VAN, TIR, PAYBACK, e IVAN.

Y posteriormente un análisis de los costos de producción aplicando la propuesta de mejora expuesta en el capítulo anterior.

4.1.1 Flujo de caja

Una vez calculada la inversión necesaria, se realiza un flujo de caja para ver la rentabilidad y el tiempo de recuperación de la inversión.

El proyecto se evaluará a 4 meses, por lo cual se espera que antes de este tiempo los costos de la propuesta ya se hayan recuperado.

Antes de realizar el flujo de caja se necesita saber y calcular la tasa de descuento para este proyecto, ya que es de suma importancia para los indicadores que se determinarán posteriormente al flujo de caja.

La tasa de descuento, es lo que el inversionista le pide al proyecto como retorno mínimo de inversión, para calcular esta tasa se hará a través del modelo de valoración de activos financieros CAMP (siglas en ingles), el cual tiene la siguiente formula, que se ve en la ecuación 6

$$i = R_f + (R_m - R_f) * B_u + R_p \quad \text{Ecuación 6}$$

En donde:

- R_f : Tasa libre de riesgo
- R_m : Tasa de rentabilidad del mercado
- B_u : Beta desapalancado (unlevered) de la industria del proyecto
- R_p : Prima de riesgo país

La tasa libre de riesgo corresponde a la rentabilidad de los papeles (bonos) del banco central. Se calcula ingresando al banco central de Chile, buscando como licitación de bonos del banco central, que está disponible en pesos y en UF, en este caso consideraremos el valor en UF, moneda en la cual se evaluará el proyecto.

En la tabla 4-1, se calcula la rentabilidad libre de riesgo R_f , que será el promedio de los 10 años, obteniendo un 2,88 por ciento.

Tabla 4- 1: Rentabilidad libre de riego R_f

Promedio de Tasa de interés base 365	
Fecha de Licitación	Total
2008	3,45
2009	3,39
2010	3,34
2011	3,08
2012	2,71
2013	2,52
2014	1,95
2015	1,96
2016	1,53
2017	2,03
2018	2,14
Total general	2,88

Fuente: (Banco central de Chile, 2019)

La tasa rentabilidad del mercado se calcula con el indicar IPSA de los últimos 10 años, en donde primero se debe determinar la tasa de rendimiento.

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{\text{cantidad final} - \text{cantidad inicial}}{\text{cantidad inicial}}$$

Ecuación 7

En donde:

- Cantidad final: Es el último mes cierre de IPSA
- Cantidad inicial: Mismo mes elegido en cantidad final, pero 10 años atrás.

En la tabla 4-2 se detalla los valores elegidos en el mes de diciembre, considerando los valores mínimos del cierre.

Tabla 4- 2: Valores de IPSA años 2008 – 2018

Cantidad final	Cantidad inicial
Cierre promedio IPSA diciembre 2018	Cierre promedio IPSA diciembre 2008
5.007,94	2.274,09

Fuente: (Investing.com, 2019)

En la figura 4-1 se muestra el cálculo realizado de la tasa de rendimiento, que se obtuvo un valor de 1,202 aproximadamente.

$$Tasa\ de\ rendimiento = \frac{5007,94 - 2274,09}{2274,09} = 1,202173177$$

Fuente: elaboración propia

Figura 4- 1: Calculo tasa de rendimiento

Finalmente, la tasa de rentabilidad del mercado se determinar mediante la ecuación 8.

$$Rm = 1 + tasa\ de\ rendimiento^{\frac{1}{tiempo\ del\ calculo\ de\ tasa}} - 1 \quad \text{Ecuación 8}$$

Reemplazando los valores que se muestra en la figura 4-2, se obtiene que Rm es igual a 8,21 por ciento.

$$Rm = 1 + 1,202173177^{\frac{1}{10}} - 1 = 8,21\%$$

Fuente: Elaboración propia

Figura 4- 2: Calculo rentabilidad del mercado

El nivel de riesgo de la empresa, se calcula de acuerdo al giro que tiene la empresa, se obtiene de la página Damodaran, y nos indica el unlevered beta de empresas en base a estados unidos.

En la tabla 4-3 se puede observar la elección de 4 giros, que corresponden a ventas al menor de distribución, general, comestibles y bebestibles, y finalmente utilidad (agua), con estos valores se saca un promedio el cual será el valor de beta, resultando 0,59.

Tabla 4- 3: Valores de unlevered para calcular beta.

Industry Name	Number of firms	Beta	D/E Ratio	Effective Tax rate	Unlevered beta	Cash/Firm value	Unlevered beta corrected for cash
Retail (Distributors)	88	1,44	65,63%	8,15%	0,87	2,28%	0,99
Retail (General)	19	0,91	34,09%	10,85%	0,68	3,33%	0,75
Retail (Grocery and Food)	12	0,45	83,43%	3,01%	0,25	1,19%	0,28
Utility (Water)	19	0,42	43,00%	9,49%	0,30	0,50%	0,32
Promedio							0,59

Fuente: www.damodaran.com

Por último, se calcula la prima de riesgo país en base a los indicadores de EMBI de JP Morgan, considerando el promedio de los valores en los 3 últimos años dividido por 100, en la figura 4-3 se observa el valor de estos indicadores y en la tabla 4-4 el resultado del calculo que es 1,78.



Fuente: (Monterrosa, 2018)

Figura 4- 3: Riesgo país en Latinoamérica según JP MORGAN

Tabla 4- 4: Valor promedio del riesgo país en Latinoamérica (Chile)

promedio	valores
	107
	143
	283
	1,78

Fuente: Elaboración propia

Ahora con todos los valores obtenidos se procede a calcular la tasa de descuento, en la tabla 4-5 se observa un resumen de los valores obtenidos y el valor de la tasa de descuento que es 7,78 por ciento.

Tabla 4- 5: Valor de la tasa de descuento

Tiempo de proyecto	4 meses
T.DESCUENTO CALCULADA	7,78%
Riesgo Pais (Rp)	1,78
Rentabilidad libre de riesgo (Rf)	2,88
Rentabilidad del mercado (Rm)	8,21
Nivel de riesgo de la empresa (b)	0,59

Fuente: Elaboración propia

Para esta propuesta se realizará un flujo de caja que se calculará en UF y solo se realizará un flujo de caja puro, sin financiamiento, con una duración de 4 meses, ya que se trata de una mejora en la instalación y la inversión no es muy elevada.

En la tabla 4-6 se puede observar el flujo de caja puro considerando la inversión inicial en el mes 0, que se muestra en la tabla 4-7.

Tabla 4- 8: Estimación de las ventas

Factor de venta 0,75
Aumento de ventas 1%
Valor UF \$27.575

Mes	1	2	3	4
Bidones de 20 litros	3900	3939	3978,39	4018,1739
Precio venta	\$1.100	\$1.100	\$1.100	\$1.100
Bidones de 10 litros	4875	4923,75	4972,9875	5022,717375
Precio venta	\$1.000	\$1.000	\$1.000	\$1.000
Agua 1 litro	8190	8271,9	8354,619	8438,16519
Precio de venta	\$420	\$420	\$420	\$420
Agua 600 cc	9360	9453,6	9548,136	9643,61736
Precio venta	\$250	\$250	\$250	\$250
Total ventas (UF)	542	547	553	558

Días de trabajo	26	
Meta de producción	20 Litros	200
	10 Litros	250
	1 Litro	420
	600 cc	480

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4-9 se observan los costos fijos y variables de la empresa, los cuales consideran todo lo que es planilla de sueldo, pagos de arriendo, luz, agua, gas, estacionamiento, etc., y la compra de materias primas para realizar la producción,

Tabla 4- 9: Costos fijos

Periodo	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
COSTOS FIJOS	\$ 3.066.137	\$ 3.066.137	\$ 3.066.137	\$ 3.066.137
COSTOS VARIABLES	\$10.826.083	\$10.826.083	\$10.826.083	\$10.826.083
TOTAL MENSUAL	13.892.220	13.892.220	13.892.220	13.892.220
TOTAL UF	504	504	504	504

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4-10 se muestra la depreciación que tienen los equipos comprados, los cuales son una bomba y estanques, principalmente. Como no existe un valor de salvamento o residual, solo se considera la depreciación acelerada de cada componente prorrateada a meses y el costo de estas, dentro del flujo de caja se considera la suma de ambos valores de depreciación mensual.

Tabla 4- 10: Depreciación de equipos

Equipo	Precio actual	Depreciación acelerada (meses)	Valor depreciación mensual
Bomba	\$74.990	24	\$3.125
Estanques	\$140.000	36	\$3.889

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4-11 se muestran los indicadores presentes en el flujo de caja puro En donde el valor actual neto (VAN) es un indicador financiero para determinar la viabilidad de un proyecto. Al ser positivo, ya es un indicio de que el proyecto puede ser rentable, aunque no siempre puede ser así, por esta razón se calcularan otros indicadores.

La tasa interna de retorno (TIR) será viable cuando esta sea mayor a la tasa del descuento calculada anteriormente.

El periodo de recuperación (PRI) o PAYBACK es el tiempo en el cual se recuperará la inversión y luego de esto, ya pasará a ser ganancias para la empresa

Y finalmente el IVAN indicara si el proyecto es rentable o no, ya que tiene mayor peso que los otros indicadores, este nos indica cuánto dinero se ganara por cada UF invertida

Tabla 4- 11: Indicadores financieros

VAN	81
TIR	88%
PAYBACK (meses)	2,14
<i>ultimo periodo con flujo acumulado negativo</i>	2
<i>valor absoluto ultimo flujo acumulado negativo</i>	4,73
<i>valor de flujo de caja siguiente periodo</i>	32,76
IVAN	2,43
<i>Inversión</i>	33

Fuente: Elaboración propia

Finalmente podemos observar que la rentabilidad del proyecto es alta, y el tiempo de recuperación es de aproximadamente 2 meses, cabe destacar que, si la empresa logra vender más del 75% de sus metas de producción durante el mes, la inversión se recuperará en un periodo de tiempo menor.

4.1.2 Costos de producción aplicando la propuesta

Para determinar estos costos se considera el aumento de capacidad máxima que puede producir durante el día, con la instalación de dos estanques más, y el aumento de las salidas, por lo tanto, se supondrá que las fábrica lograra las metas propuestas, que se observan en la tapa 4-12. Los costos de comercialización y logística se mantendrán igual que los actuales.

Tabla 4- 12: Metas de producción

PRODUCTO	META POR DIA
AGUA 20 LITROS	200
AGUA 10 LITROS	250
AGUA 1 LITRO	420
AGUA 600 CC	480

Fuente: elaboración propia

Finalmente se obtuvo que los costos de producción disminuyeron, en la tabla 4-13 se puede observar una comparación desde los costos de producción nominales hasta los costos de producción tras aplicar la propuesta.

Tabla 4- 13: Comparación entre los costos actuales y costos aplicando la propuesta.

PRODUCTO	COSTO ACTUAL	COSTO APLICANDO PROPUESTA
AGUA DE 20 LITROS	\$729	\$684
AGUA 10 LITROS	\$704	\$616
AGUA 1 LITRO	\$320	\$274
AGUA 600 CC	\$206	\$193

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

En el capítulo uno se pudo lograr el objetivo específico que indicaba describir los antecedentes generales de la empresa, y del proceso productivo, permitiendo interiorizarnos con el funcionamiento de esta, pudiendo encontrar 3 grandes procesos, que son la fabricación de agua purificada, de hielo, y comercialización de productos congelados, en donde cada uno de estos fue explicado en este capítulo.

En el siguiente capítulo se pudo ver más en detalle el proceso productivo en el cual se enfocó el trabajo de título, dando a conocer el sistema de producción de agua purificada en sus diferentes formatos. Y realizar un análisis de los costos en dos versiones, netos y actuales, para finalmente poder identificar las problemáticas entregando las respectivas soluciones a éstas, por lo tanto, se cumple el objetivo de realizar el levantamiento de información.

En el tercer capítulo, se cumple el tercer objetivo de proponer mejoras con una modificación en la conexión de tuberías, en donde se realiza una descripción de la propuesta de mejora en la fábrica de agua. También se realiza un cálculo de la potencia necesaria de la bomba que necesita el circuito de tuberías para posteriormente llegar a una conclusión y determinar cuál es el tipo de bomba más conveniente en base a las necesidades, y por último se hace una cotización de los componentes necesarios para implementar la propuesta determinando así los costos de ésta.

Finalmente, en el cuarto capítulo, se cumple el objetivo de realizar el estudio económico realizando el respectivo flujo de caja puro de la propuesta, para determinar los indicadores de rentabilidad y ver en cuanto tiempo se recuperará la inversión de este. Y también se realiza el análisis de los costos de producción de los productos, con la implementación de la mejora.

De esta forma se cumplen todos los objetivos propuestos, tanto generales como específico, logrando proponer un sistema que disminuya los costos, aumentando la producción, y con el cálculo económico se puede ver claramente que la propuesta es rentable, por lo que se recomienda la implementación para así maximizar las ganancias y en un futuro puedan seguir aplicando otras mejoras o una posible expansión de la fábrica.

BIBLIOGRAFÍA

Banco central de Chile. (12 de Abril de 2019). Estadísticas monetarias y financieras. Obtenido de Banco central de Chile: https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Inmediato1/licitacion_bonos_tesoreria_UF_20.xls

carbotecnia. (s.f de s.f de s.f.). Ósmosis inversa. Obtenido de carbotecnia: <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-la-osmosis-inversa/>

Cárdenas, L. (12 de Junio de 2019). ¿Chilenos quieren "verse y sentirse bien"? Consumo de agua embotellada aumenta 111% en última década y bebidas gaseosas caen. LA TERCERA.

FERRETERONLINE. (15 de Octubre de 2019). BOMBA CENTRÍFUGA ECm146 0.8HP. Obtenido de Mercado libre: https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-499825236-bomba-centrifuga-ecm146-08hp-aquastrong-ferreteronline-_JM?quantity=1#position=26&type=item&tracking_id=e7b3797f-dfe2-4750-bc53-9b585818e133

Instituto Nacional de Normalización. (26 de Julio de 2005). Norma Chilena oficial NCh409/1. Of. 2005. Obtenido de ciperchile : <https://ciperchile.cl/pdfs/11-2013/norovirus/NCh409.pdf>

Investing.com. (12 de Abril de 2019). Datos históricos S&P CLX IPSA. Obtenido de Investing.com: <https://es.investing.com/indices/ipsa-historical-data>

Monterrosa, H. (27 de Enero de 2018). Chile, Perú y Uruguay tienen el menor riesgo país en el índice de JP Morgan. Obtenido de La república: <https://www.larepublica.co/globoeconomia/chile-peru-y-uruguay-tienen-el-menor-riesgo-pais-en-el-indice-de-jp-morgan-2593400>

Pedrollo. (15 de Octubre de 2019). Electrobombas centrifugas. Obtenido de Pedrollo: https://www.pedrollo.com/public/allegati/CP%200.25-2.2%20kW_ES_50Hz.pdf

REPUBLICA DE CHILE, MINISTERIO DE SALUD. (25 de Julio de 2018). REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS. Obtenido de dinta:

http://www.dinta.cl/wp-content/uploads/2018/12/RSA-DECRETO_977_96-Actualizado-Julio-2018.pdf

simtech. (s.f. de s.f. de s.f.). Filtro de Carbón Activado. Obtenido de simtech: <http://www.simtech.cl/index.php/filtros-carbon-activado/>

Vigaflow. (s.f. de s.f. de s.f.). Filtración de Hierro y Manganeso. Obtenido de vigaflow: <http://www.vigaflow.com/portfolio/filtracion-de-hierro-y-manganeso/>

Vigaflow. (s.f. de s.f. de s.f.). Sodimac. Obtenido de Equipos Ablandadores: https://www.sodimac.cl/static/catalogos-web/catalogo.html?asset=SodimacCL/ablandador_2119244

Winkler Detergentes. (15 de Octubre de 2019). Desinfectante y Sanitizante base A. Cuaternario - WK-705. Obtenido de Winkler Detergentes: <http://winklerltda.cl/detergentesv2/wp-content/uploads/2017/05/ft-WK-705.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES

Tabla H.10 Rugosidad absoluta de materiales.

Material	ε (mm)
Acero comercial	0.0460
Fundición asfaltada	0.1220
Hierro forjado	0.0500
Hierro fundido	0.2500
Hierro galvanizado	0.1500
Madera ensamblada	0.3050
PVC, plástico, cobre, latón, vidrio	0.0015

Fuente: Gilberto Sotelo Ávila. Hidráulica general Vol.1. Editorial Limusa México, 1994.

ANEXO B: VALORES DEL COEFICIENTE K DE ADITAMENTOS

Tabla H.13 Valores del coeficiente K de aditamentos.

Aditamento	K	Aditamento	K
Ampliación gradual (*)	0.3	Te paso directo	0.6
Boquilla	2.8	Te salida bilateral	1.8
Codo de 45°	0.4	Te salida lateral	1.3
Codo de 90°	0.9	Válvula de ángulo abierta	5.0
Codo de retorno	2.2	Válvula de cheque de bisagra	2.5
Entrada de borda	1.0	Válvula de compuerta abierta	0.2
Entrada normal tanque tubo	0.5	Válvula de compuerta abierta(1/2)	5.6
Medidor de agua, disco	7.0	Válvula de globo abierta	10.0
Medidor Vénturi (**)	2.5	Válvula de pie	1.8
Reducción gradual (*)	0.2		

(*) Con base en la velocidad mayor. (**) Con base en la velocidad mayor.

Fuente: Morris Henry M. Applied Hydraulics in Engineering. John Wiley and Sons. New York. 1992.

ANEXO C: NORMA CHILENA 409/1 AGUA POTABLE REQUISITOS

Esta norma establece los requisitos de calidad que debe cumplir el agua potable en todo el territorio nacional. Y se aplica al agua potable proveniente de cualquier servicio de abastecimiento.

La norma establece parámetros de turbiedad, microbiológicos, químicos y de desinfección

Parámetros de turbiedad:

La turbiedad o turbidez es la interferencia óptica de las materias en suspensión en el agua que produce reducción de su transparencia

- Turbiedad media mensual:
 - ≤ 2 UNT (promedio aritmético)
- Toleración muestras con turbiedad > 4 UNT:
 - 5%, cuando se analicen 20 o más muestras mensuales
 - 1 muestra, cuando se analicen menos de 20 muestras mensuales
- Muestras con turbiedad entre 10 y 20 UNT:
 - No pueden presentarse en un mismo periodo de 24 hrs., (días consecutivos)
- Muestras con turbiedad > 20 UNT:
 - No pueden presentarse ninguna en el mes

Parámetros microbiológicos

La contaminación microbiológica de las aguas se establece mediante la cuantificación de los denominados: “indicadores de contaminación”.

Corresponden a grupos de microorganismos que permiten clasificar el agua desde un punto de vista sanitario para sus diferentes usos.

En el agua potable, el indicador de contaminación utilizado es un grupo de bacterias llamado “coliformes totales” y complementariamente E.coli.

El grupo de coliformes está compuesto por diversas bacterias, entre las que se mencionan: Enterobacter, Klebsiella, Escherichia coli y citrobacter.

El agua potable debe estar exenta de “Escherichia coli”

- 1) Para el agua distribuida por redes se acepta presencia de bacterias de coliformes totales solo en:
 - a. 1 muestra, si se analiza menos de 10 mensuales

- b. Hasta un 10 %, si se analizan 10 o más mensuales
- 2) Se acepta presencia de 5 o más bacterias coliformes totales en:
 - a. 1 muestra, si se analiza menos de 20 mensuales
 - b. Hasta el 5%, si se analizan 10 o más mensuales
- 3) En cada sector del servicio se acepta presencia de coliformes totales en:
 - a. 1 muestra, si se analizan menos de 4 en el mes
 - b. Hasta el 25%, si se analizan más de 4 en el mes, en dicho sector.

Criterios para elementos o sustancias químicas de importancia para la salud

El agua potable no debe contener elementos o sustancias químicas en concentraciones totales mayores a las indicadas en las tablas 4-14, 4-15, 4-16, 4,17, 4-18.

Tabla 4- 14: Elementos esenciales

Elemento	Expresado como elemento totales	Limiete máximo mg/L
Cobre	Cu	2,0
Cromo total	Cr	0,05
Fluoruro	F ⁻	1,5
Hierro	Fe	0,3
Manganeso	Mn	0,1
Magnesio	Mg	125,0
Selenio	Se	0,01
Zinc	Zn	3,0

Fuente: (Norma Chilena oficial NCh409/1. Of. 2005)

Tabla 4- 15: Elemento o sustancias no esenciales

Elemento o sustancia	Expresado como elementos o sustancias totales	Limite máximo mg/L
Arsénico	As	0,01
Cadmio	Cd	0,01
Cianuro	CN ⁻	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Nitrato	NO ₃ ⁻	50
Nitrito	NO ₂ ⁻	3
Razon nitrato + nitrito	-	1
Plomo	Pb	0,05

Fuente: (Norma Chilena oficial NCh409/1. Of. 2005)

Tabla 4- 16: Sustancias orgánicas

Sustancia	Límite máximo µg/L
Tetracloroetano	40
Benceno	10
Tolueno	700
Xilenos	500

Fuente: (Norma Chilena oficial NCh409/1. Of. 2005)

Tabla 4- 17: Plaguicidas

Plaguicida	Límite máximo µg/L
DDT + DDD + DDE	2
2,4 - D	30
Lindano	2
Metoxicloro	20
Pentaclorofenol	9

Fuente: (Norma Chilena oficial NCh409/1. Of. 2005)

Tabla 4- 18: Productos secundarios de la desinfección

Producto	Límite máximo mg/L
Monocloroamina	3
Dibromoclorometano	0,1
Bromodiclorometano	0,06
Tribromometano	0,1
Triclorometano	0,2
Trihalometanos	1

Fuente: (Norma Chilena oficial NCh409/1. Of. 2005)

Criterios para elementos radiactivos

El agua potable no debe contener sustancias radiactivas en concentraciones mayores que las indicadas en la tabla 4-19.

Tabla 4- 19: Límites máximos para elementos radiactivos

Elemento	Límite máximo Bq/L
Estroncio 90	0,37
Radio 226	0,11
Actividad base total (excluyendo Sr-90, Ra-226 y otros emisores alfa)	37
Actividad beta total (incluyendo Sr-90, corregida para el K-40 y otros radioemisores naturales)	1,9
Actividad alfa total (incluyendo Ra-226 y otros emisores alfa)	0,55

Fuente: (Norma Chilena oficial NCh409/1. Of. 2005)

Requisitos de calidad para parámetros organolépticos

El agua potable debe cumplir con los requisitos indicados en la Tabla 4-20.

Tabla 4- 20: Parámetros relativos a características organolépticas

Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite máximo
Físicos:			
Color verdadero	-	Unidad Pt-Co	20
Olor	-	-	inodora
Sabor	-	-	insípida
Inorgánicos:			
Amoniaco	NH ₃	mg/L	1,5
Cloruro	Cl ⁻	mg/L	400
pH	-	-	6,5<pH<8,5
Sulfato	SO ₄ ⁻²	mg/L	500
Solidos disueltos totales	-	mg/L	1500
Orgánicos:			
Compuestos fenólicos	Fenol	µg/L	2

ANEXO D: REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS DTO. N° 977/96.

Este reglamento establece las condiciones sanitarias a que deberá ceñirse la producción, importación, elaboración, envase, almacenamiento, distribución y venta de alimentos para uso humano, con el objeto de proteger la salud y nutrición de la población y garantizar el suministro de productos sanos e inocuos. (REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS, 2018, pág. 6)

En el artículo 3 indica que todos los alimentos y materias primas, deberán responder en su composición química, condiciones microbiológicas y caracteres organolépticos, a sus nomenclaturas y denominaciones legales y reglamentarias establecidas. (REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS, 2018, pág. 7)

Contaminantes y residuos: Metales pesados

Los elementos que se indican en la tabla 4-21 no podrán sobrepasar, en el agua mineral, los límites máximos siguientes:

Tabla 4- 21: Límite máximo permitido de los elementos en el agua mineral

ELEMENTO	LÍMITE MÁXIMO (mg/kg de producto final)
Arsenico	0,05
Cadmio	0,01
Cobre	1
Mercurio	0,001
Plomo	0,05
Selenio	0,01
Zinc	5

Fuente: (REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS, 2018)

Criterios microbiológicos

Es el valor o la gama de valores microbiológicos, establecidos mediante el empleo de procedimientos definidos, para determinar la aceptación o rechazo del alimento muestreado.

En la tabla 4-22 se muestra las especificaciones microbiológicas para el grupo de alimentos de aguas minerales y envasadas.

Tabla 4- 22: Especificaciones microbiológicas del agua mineral y envasada

Parámetro	Categoria	Clases	Plan de muestreo		Límite por ml	
			n	c	m	M
Rcto. Aerobios Mesóf.	3	3	5	2	25	102
E. Coli en 100 ml	10	2	5	0	0	---

Fuente: (REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS, 2018)

- La categoría de riesgo (figura 4-23) es la relación entre el grado de peligrosidad que representa el alimento para la salud en relación con las condiciones posteriores de manipulación.

Tabla 4- 23: Categoría de riesgos

Clase de peligro	Condiciones normales en las que se supone será manipulado y consumido el alimento tras el muestreo		
	Grado de peligrosidad reducido	Sin cambio de peligrosidad	Aumenta la peligrosidad
Sin peligro directo para la salud.(contaminación general, vida útil y alteración)	Categoría 1 3 clases n=5 c=3	Categoría 2 3 clases n=5 c=2	Categoría 3 3 clases n=5 c=1
Peligro para la salud bajo, indirecto	Categoría 4 3 clases n=5 c=3	Categoría 5 3 clases n=5 c=2	Categoría 6 3 clases n=5 c=1
Moderado, directo, difusión limitada	Categoría 7 3 clases n=5 c=2	Categoría 8 3 clases n=5 c=1	Categoría 9 3 clases n=5 c=1
Moderado, directo, difusión potencialmente extensa	Categoría 10 2 clases n=5 c=0	Categoría 11 2 clases n=10 c=0	Categoría 12 2 clases n=20 c=0
Grave, directo	Categoría 13 2 clases n=15 c=0	Categoría 14 2 clases n=30 c=0	Categoría 15 2 clases n=60 c=0

Fuente: (REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS, 2018)

- El plan de muestreo es el procedimiento en que se estipula el tamaño de la muestra (n), y el criterio de aceptación o rechazo (c), de forma que pueda tomarse una decisión respecto a si se debe aceptar o rechazar el alimento inspeccionado, basándose en los resultados del análisis.
- n = es el número de unidades de muestras a ser examinadas
- m = valor del parámetro microbiológico para el cual o por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud
- c = número máximo de unidades de muestras que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre “ m ” y “ M ” para que el alimento sea aceptable.
- M = valor del parámetro microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud.

Del agua potable, de las aguas minerales y del hielo

El agua potable es aquella agua apta para usos alimentarios, y deberá cumplir con la normativa sanitaria vigente (Artículo 469, (REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS, 2018))

El agua mineral de mesa deberá obtenerse en condiciones que garantice la pureza bacteriológica original y envasarse en su fuente de origen, salvo que su aducción sea hecha desde la captación al punto de envase por medio de tuberías. (Artículo 471, (REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS, 2018))

El agua mineral natural embotellada deberá cumplir con la normativa sanitaria vigente (Decreto N° 106 de 1997, del ministerio de salud, Reglamento de Aguas Minerales) (Artículo 472, (REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS, 2018))

Hielo para consumo humano es el producto obtenido por congelación de agua potable. Sus características químicas y microbiológicas serán las exigidas para el agua potable (Artículo 477, (REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS, 2018))

**ANEXO E: CERTIFICADO DE CALIDAD DE AGUA PURIFICADA
PRODUCIDA POR OSMOSIS INVERSA DE LA EMPRESA**

ISO SGI; Sistema de gestión integrado: Calidad, Seguridad y Medio Ambiente.



URRACA ICE CONGELADOS ESCOBAR LTDA.
IQUIQUE.

**CERTIFICADO DE CALIDAD DE AGUA PURIFICADA PRODUCIDA POR
OSMOSIS INVERSA.**

FECHA : 21 DE DICIEMBRE DE 2017

Quinova Chile, certifica que se realizaron controles físico-químicos al agua purificada de URRACA ICE, cumpliendo esta de manera muy satisfactoria con las características que debe poseer un agua del tipo purificada de osmosis inversa, las pruebas realizadas son las siguientes:

PARÁMETRO	VALOR	RANGO IDEAL
pH	7,35	7,2 a 7,6
Sólidos Totales Disueltos	15 ppm	10 a 50 ppm
Conductividad eléctrica	25 uS/cm	20 a 80 uS/cm
Cloruros	10 ppm	< a 50 ppm
Dureza Total	0,0	< a 10 ppm
Cloro Libre Residual	0,0	< a 0,0

Se extiende el presente certificado a petición del cliente URRACA ICE CONGELADOS ESCOBAR LTDA.

JOSÉ LAGOS FLORES
QUÍMICO LABORATORISTA
JEFE DE PROYECTOS
QUINOVA CHILE SPA.

QUINOVA CHILE SpA
Rut. 78.135.960-2
Pasaje Santiago 992
IQUIQUE

ANEXO F: DESINFECTANTE Y SANITIZANTE BASE A. CUATERNARIO WK-705

Es un desinfectante concentrado en base a amonio cuaternario. Actúa en presencia de aguas duras hasta 800 ppm. de dureza CaCO3. Ha sido calificado como de clase G, por la USDA. (Departamento Agrícola de U.S.A.), lo que permite su uso como sanitizante de todas las superficies en contacto con alimentos sin necesidad de enjuagar, bajo diluciones establecidas.

Especificaciones Técnicas	
1. Aspecto	Líquido traslúcido incoloro, aroma característico
2. Total ingredientes activos	5,0 -6,0% (° Brix)
3 Total Amonio Cuaternario	10% (superquats)
4. Densidad	1, 01 +/- 0,05
5. pH (concentrado)	6,0 a 8,0
6. Punto de inflamación	No posee
7. Solventes y/o aceites	No aplicable
8.- Biodegradable	Sí
9.- Libre de fosfatos	Sí

Fuente: (Winkler Detergentes, 2019)