



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA PARA MEJORAR EL MANEJO ADECUADO DEL RECURSO
HÍDRICO, EN EL ÁREA DE BEBIDAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

María José Tejeda Oliva

Asesorado por la Inga. Miriam Rubio Contreras de Akú

Guatemala, enero de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA MEJORAR EL MANEJO ADECUADO DEL RECURSO
HÍDRICO, EN EL ÁREA DE BEBIDAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARÍA JOSÉ TEJEDA OLIVA

ASESORADO POR LA INGA. MIRIAM RUBIO CONTRERAS DE AKÚ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Byron Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA PARA MEJORAR EL MANEJO ADECUADO DEL RECURSO HÍDRICO, EN EL ÁREA DE BEBIDAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha enero 2012.


María José Tejada Oliva

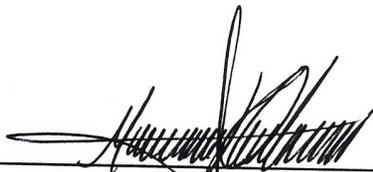
Guatemala, 23 de enero de 2013

Señor
Director
Escuela Mecánica Industrial
Ingeniero César Ernesto Urquizú Rodas

Por este medio me dirijo a usted para informarle que yo, Ingeniera Industrial Miriam Patricia Rubio Contreras de Akú, **HABIENDO TENIDO A LA VISTA EL TRABAJO DE GRADUACIÓN** como asesora de la estudiante del programa de Ingeniería Industrial **MARÍA JOSÉ TEJEDA OLIVA**, con el número de carné **2008-15212**, en el tema de tesis **“PROPUESTA PARA MEJORAR EL MANEJO ADECUADO DEL RECURSO HÍDRICO, EN EL ÁREA DE BEBIDAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA”**.

DOY POR APROBADO DICHO TRABAJO DE GRADUACIÓN, esperando que sea de utilidad para cumplir con las líneas de investigación que enmarca el proceso de acreditación de la escuela de Mecánica-Industrial bajo su cargo, sin otro particular me suscribo,

Atentamente,



Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras de Akú
Colegiada No 4074

Miriam Patricia Rubio Contreras
INGENIERA INDUSTRIAL
COL. 4074



REF.REV.EMI.191.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA PARA MEJORAR EL MANEJO ADECUADO DEL RECURSO HÍDRICO, EN EL ÁREA DE BEBIDAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**, presentado por la estudiante universitaria **María José Tejada Oliva**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Aldo Estuardo García Morales
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Ing. Aldo Estuardo García Morales
Colegiado No. 2025

Guatemala, octubre de 2013.

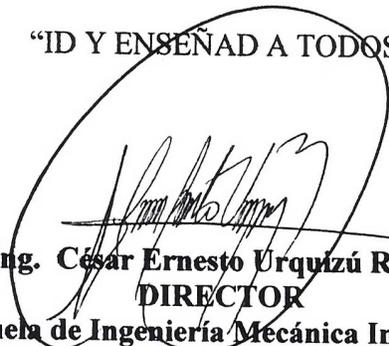
/mgp



REF.DIR.EMI.009.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA PARA MEJORAR EL MANEJO ADECUADO DEL RECURSO HÍDRICO, EN EL ÁREA DE BEBIDAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**, presentado por la estudiante universitaria **María José Tejeda Oliva**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2014.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 037.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA PARA MEJORAR EL MANEJO ADECUADO DEL RECURSO HÍDRICO, EN EL ÁREA DE BEBIDAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**, presentado por la estudiante universitaria **María José Tejada Oliva**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recio
Decano



Guatemala, 30 de enero de 2014

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por acompañarme en cada uno de los momentos de mi vida y darme la fortaleza para seguir adelante.
- María Auxiliadora** Por llevarme de la mano en cada una de las metas que me propongo y ayudarme a levantarme cuando tropiezo.
- Mis padres** José Miguel Tejeda y Lourdes Oliva, por su apoyo, motivación y amor incondicional brindado siempre.
- Mis hermanos** Ana Isabel y Alejandro Tejeda Oliva, por su comprensión, cariño y estar a mi lado apoyándome.
- Familia** Por su ejemplo de lucha, superación y cariño que me brindan constantemente.
- Amigos** Por la oportunidad de compartir los buenos y malos momentos juntos, en este camino a la meta.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme las puertas para convertirme en una profesional y poder alcanzar el éxito.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos necesarios, para alcanzar mis metas.
Inga. Miriam Rubio	Por sus consejos, conocimientos y asesoría, durante la realización del trabajo de graduación.
La empresa	Por permitirme realizar el trabajo de graduación en sus instalaciones.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Situación del recurso hídrico en el área metropolitana de Guatemala.....	1
1.1.1. Generalidades.....	1
1.1.2. Usos del recurso hídrico.....	2
1.1.3. Disponibilidad del recurso hídrico.....	5
1.1.4. Marco legislativo.....	8
1.2. Antecedentes de la empresa.....	14
1.2.1. Historia.....	14
1.2.2. Información general.....	15
1.2.2.1. Ubicación.....	16
1.2.2.2. Visión.....	16
1.2.2.3. Misión.....	17
1.2.2.4. Política ambiental.....	17
1.2.3. Organización.....	18
1.2.3.1. Tipo de organización.....	19
1.2.3.2. Estructura organizacional.....	19
1.3. Gestión integral del recurso hídrico.....	21

1.3.1.	Ciclo del agua.....	22
1.3.2.	Principios de la gestión integral	24
1.3.3.	Tipos de agua.....	26
1.3.3.1.	Agua dura	26
1.3.3.2.	Agua suavizada	26
1.3.3.3.	Agua purificada.....	28
1.3.3.4.	Agua potable	29
2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO	31
2.1.	Análisis general de los procesos productivos	31
2.1.1.	Diagrama de operaciones.....	35
2.2.	Disponibilidad del recurso hídrico	40
2.2.1.	Capital hídrico de la empresa	40
2.2.2.	Diagrama de flujo	41
2.2.2.1.	Distribución de agua en la planta de producción	42
2.3.	Usos del recurso hídrico.....	43
2.3.1.	Limpieza de maquinaria y alrededores	44
2.3.2.	Preparación y formulación del producto.....	45
2.3.3.	Lavado CIP (<i>Cleaning in Place</i>).....	45
2.3.4.	Procesos térmicos	46
2.3.5.	Uso personal	47
2.4.	Marco legal aplicable a la empresa con respecto al recurso hídrico	47
3.	ANÁLISIS Y TOMA DE DATOS.....	49
3.1.	Análisis del recurso hídrico.....	52
3.1.1.	Análisis del balance hídrico	52
3.1.1.1.	Determinación de la oferta	52

	3.1.1.2.	Determinación de la demanda.....	55
	3.1.1.3.	Diagrama de Pareto	56
	3.1.1.4.	Diagrama Causas-Efecto	59
	3.1.2.	Demanda óptima.....	62
4.		PROPUESTA E IMPLEMENTACIÓN DE LA MISMA	69
	4.1.	Introducción	69
	4.2.	Opciones de mejora.....	70
	4.2.1.	Identificación y mantenimiento de tuberías de agua.....	71
	4.2.2.	Instalación de medidores de agua	74
	4.2.2.1.	Identificación de las áreas de instalación de los medidores	75
	4.2.3.	Limpieza de áreas y maquinaria	76
	4.2.3.1.	Mejores prácticas de trabajo	77
	4.2.3.2.	Establecimiento de un plan de trabajo de limpieza	80
	4.2.3.2.1.	Definición de actividades	80
	4.2.3.2.2.	Cronograma	81
	4.2.3.3.	Equipos a utilizar	82
	4.2.4.	Capacitación al personal operativo	83
	4.2.4.1.	Establecimiento de un cronograma de capacitación	84
	4.3.	Manual de funciones y operaciones.....	88
	4.4.	Recursos necesarios para implementar la propuesta	89
	4.4.1.	Recursos humanos	90
	4.4.2.	Recursos técnicos.....	95
	4.4.3.	Recursos financieros.....	97

5.	MEJORA CONTINUA	99
5.1.	Control y seguimiento.....	99
5.1.1.	Control.....	100
5.1.1.1.	Auditorías.....	100
5.1.1.1.1.	Auditorías internas	101
5.1.1.1.2.	Auditorías externas	102
5.1.1.1.3.	Resultados esperados	102
5.1.1.1.4.	Interpretación de resultados	103
5.1.1.2.	Indicador ambiental	103
5.1.1.2.1.	Indicador de agua absoluto	106
5.1.1.2.2.	Indicador de agua relativo	106
5.1.2.	Seguimiento	107
5.1.2.1.	Discusión de resultados obtenidos	107
5.1.2.2.	Acciones correctivas.....	108
5.2.	Beneficios	108
5.2.1.	Beneficios ambientales.....	108
5.2.2.	Beneficios económicos.....	109
5.2.3.	Análisis Beneficio/Costo	110
	CONCLUSIONES	113
	RECOMENDACIONES	115
	BIBLIOGRAFÍA.....	117
	ANEXOS	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura organizacional planta de producción	21
2.	Ciclo del agua	23
3.	Símbolos del diagrama de operaciones	33
4.	Símbolos del diagrama de flujo	35
5.	Diagrama de operaciones líneas 2 y 3	36
6.	Diagrama de operaciones línea 4.....	38
7.	Diagrama de flujo de distribución de agua.....	41
8.	Planta de producción	43
9.	Gráfica de galones de agua extraídos del pozo	54
10.	Diagrama de Pareto área de bebidas.....	58
11.	Diagrama de Causas-Efecto	62
12.	Plan de mantenimiento preventivo	74
13.	Registro diario de medidores.....	76
14.	Medidor de flujo Mcrometer MT100.....	95
15.	Pistola de presión.....	96

TABLAS

I.	Demografía del departamento de Guatemala.....	2
II.	Estimaciones del balance hídrico nacional, 2006	7
III.	Lectura diaria de medidores.....	50
IV.	Lectura diaria de medidor de agua suavizada	51
V.	Oferta hídrica área de bebidas	54

VI.	Demanda hídrica área de bebidas	56
VII.	Datos para diagrama de Pareto	57
VIII.	Causas principales y secundarias.....	61
IX.	Datos muestrales del consumo de agua	63
X.	Matriz de datos	66
XI.	Solución óptima	67
XII.	Recursos financieros necesarios	98
XIII.	Beneficios económicos	110
XIV.	Costos y beneficios mensuales.....	111

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°	Grado
'	Minuto
”	Segundo

GLOSARIO

Acción correctiva	Acción tomada para eliminar una no conformidad o alguna falla o avería detectada.
Acuífero	Estrato o formación geológica permeable que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas.
Aforar	Medir la cantidad de agua que tiene una corriente en una unidad de tiempo.
Auditor	Persona capacitada y experimentada que es designada por una autoridad competente, para revisar, examinar y evaluar los resultados de alguna gestión o proceso.
Calidad	Grado en el que un conjunto de características inherentes cumplen con los requisitos.
Carbón activado	Es un mineral que se caracteriza por poseer una cantidad muy grande de microporos, es utilizado en el proceso de purificación del agua.
CIP	<i>Cleaning in Place</i>
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.

CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
Conformidad	Cumplimiento con un requisito.
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres.
Cuenca	Accidente geográfico en el que existe un depresión en la superficie de la tierra en el cual todas sus aguas fluyen a un mismo río, lago o mar.
Desarrollo sostenible	Actividades operacionales que cumplen con las necesidades actuales de los usuarios, sin afectar la habilidad de generaciones futuras para obtener el beneficio de las necesidades proyectadas.
Destilación	Proceso de separación de dos o más sustancias líquidas, de diferentes puntos de ebullición.
Dosificador	Dispositivo que permite agregar un líquido de forma proporcional, aun solvente como es el agua o cualquier otra sustancia.
Eficacia	Capacidad de lograr un objetivo o meta.
Eficiente	Capacidad de lograr un objetivo, utilizando la mínima cantidad de recursos.
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua.

Estrategia	Curso de acción seleccionado y puesto en práctica para lograr una o más metas.
Filtración	Proceso que consiste en dejar pasar un líquido a través de un medio filtrante, el cual puede ser granular, con el propósito de eliminar cualquier material suspendido en el líquido.
Fricción	Fuerza que existe entre dos en contacto, la cual se opone al movimiento entre ambas.
GEA	Gabinete Específico de Agua.
GIRH	Gestión Integral del Recurso Hídrico
Inalienable	No se puede transmitir, ni ceder.
Indicador	Magnitud utilizada para medir y comparar los resultados o parámetros efectivamente, obtenidos en la ejecución de un proyecto, programa, propuesta.
Inocuidad	Condición que poseen los alimentos garantizando que no causarán daño al consumidor, cuando sean preparados y/o se consuman.
Iones	Conjunto de átomos que han perdido o ganado uno o más electrones adquiriendo una carga positiva o negativa.

Irrigación	Riego de un terreno.
ISR	Impuesto Sobre la Renta.
MAGA	Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
Mejora continua	Actividad recurrente para aumentar la capacidad de cumplir los requisitos.
MEM	Ministerio de Energía y Minas.
MICIVI	Ministerio de Comunicación, Infraestructura y Vivienda.
MINECO	Ministerio de Economía de Guatemala.
MINEX	Ministerio de Relaciones Exteriores de Guatemala.
MINFIN	Ministerio de Finanzas.
MPSAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
NGO	Norma Guatemalteca Obligatoria.
Oferta	Conjunto de bienes y servicios que se ofrecen en el mercado en un momento determinado y con un precio concreto.

Optimización	Planificar una actividad para obtener un mejor resultado.
PHVA	Planear, hacer, verificar y actuar.
Pasteurización	Es el proceso térmico realizado a líquidos (generalmente alimentos) con el objeto de reducir los agentes patógenos que puedan contener: bacterias, protozoos, mohos y levaduras, etc.
Preservantes	Sustancia que inhibe la propagación de microorganismos tales como, bacterias y hongos, son utilizados para prolongar la vida útil de los alimentos.
Procedimiento	Forma específica de llevar a cabo una actividad o proceso.
Proceso	Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
Productividad	Relación que existe entre los bienes y servicios obtenidos y la cantidad de recursos utilizados.
Programación lineal	Técnica matemática que consiste en una serie de métodos y procedimientos que permiten resolver problemas de optimización.

Regeneración	Ciclo en el cual la salmuera es bombeada dentro del tanque del suavizador.
SAA	Secretaría de Asuntos Agrarios de la Presidencia de la República.
Salmuera	Agua con alta concentración de sal disuelta.
Sanitización	Reducción de gérmenes indeseables, para lograr garantizar la inocuidad de los alimentos elaborados para las personas.
SCEP	Secretaria de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia.
Sedimentación	Consiste en la separación por la acción de la gravedad de la fase sólida y líquida de una suspensión diluida, para obtener una suspensión concentrada y líquido claro.
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.
Suavización	Técnica que consiste eliminar las sales de calcio y magnesio del agua.
Suavizadores	Aparato que por medios mecánicos y/o químicos, tratan el agua para eliminar la dureza (calcio y magnesio).

<i>Tetra Pack</i>	Envase multicapa formado por cartón, aluminio y plástico, utilizado por las industrias alimenticias.
Validación	Confirmación mediante aportación de evidencia objetiva, de que se han cumplido los requisitos para la utilización o aplicación específica.
VAN	Valor Actual Neto.
Verificación	Confirmación mediante aportación de evidencia objetiva, de que se han cumplido los requisitos especificados.
Zeolita	Conjunto de minerales que comprenden, silicatos de aluminio hidratados de metales alcalinos.

RESUMEN

Considerando que en los últimos años el problema con respecto al cambio climático ha aumentado, afectando a toda la humanidad sin importar clases sociales, una pequeña parte del sector industrial de la sociedad se ha interesado en disminuir el problema, debido a que se han dado cuenta que el ayudar e implementar mejores prácticas ambientales en sus actividades diarias, no solo tienen beneficios sociales, sino también beneficios económicos.

La Empresa en la que es desarrollado el trabajo de graduación, se ha trazado como meta lograr disminuir el consumo de agua, siendo esto parte de su política ambiental, las mejoras planteadas y propuestas, abarcan desde la mejora en las prácticas de trabajo, como por ejemplo realizar un plan de limpieza y llevar registros de la cantidad aproximada de agua que ingresa y egresa al área estudiada, hasta la adquisición de 2 medidores de flujo para poder conocer el capital con el que cuenta la empresa.

Para poder definir la propuesta es necesario conocer primero la situación hídrica en la que se encuentra la empresa, es decir la cantidad de agua que se utiliza para poder producir los alimentos y bebidas, que en la actualidad son aproximadamente 7 litros de agua por cada litro de producto; al implementar la propuesta la empresa podrá disminuir en un 2 por ciento la cantidad utilizada, obteniendo así una ganancia de 1,5 dólares por cada dólar invertido.

OBJETIVOS

General

Proponer una mejora para disminuir el 2 por ciento del consumo del recurso hídrico en el área de bebidas de una industria de alimentos.

Específicos

1. Diagnosticar las actividades que constituyen la demanda hídrica del área de bebidas.
2. Identificar los equipos, máquinas, técnicas, instalaciones y sistemas que se emplean en el área de trabajo, depósitos y tratamientos a los que se somete el agua, antes de ingresar a la planta de producción.
3. Identificar las actividades realizadas en la planta en las cuales el agua es un recurso indispensable para su realización.
4. Conocer los porcentajes de agua utilizados en las diferentes actividades dentro de la planta de producción, como por ejemplo: limpieza, jardinería, servicios sanitarios, preparación.
5. Medir el caudal de agua que ingresa en los puntos clave definidos.
6. Determinar la demanda total requerida por la industria para su buen funcionamiento.

7. Definir el volumen óptimo de agua a utilizar en las diferentes operaciones realizadas en el área de trabajo.

INTRODUCCIÓN

El agua es considerada un recurso vital para el soporte de la vida, por ser uno de los recursos naturales que impone mejores condiciones para la habitabilidad, sustentabilidad y competitividad del ser humano. Sin embargo, la escasez de este recurso es evidenciada en muchas partes del mundo, por lo que es de interés mundial la búsqueda de soluciones, como por ejemplo: variabilidad climática, gestión integral de los recursos hídricos, valoración económica, creación de leyes y políticas que rigen el recurso hídrico, entre otras.

La cantidad total del recurso hídrico que posee un país o región se le conoce como: capital hídrico. El capital hídrico de Guatemala está conformado por volumen de aguas superficiales de 53 389 ¹ millones de metros cúbicos por año y un volumen de aguas subterráneas de 40 024 ² millones de metros cúbicos por año. Entre los usos más importantes del recurso hídrico en Guatemala se pueden mencionar: doméstico, riego, industria e hidroeléctrico, entre otros.

Se estima que la industria en Guatemala consume alrededor del 2,8 por ciento ³ de la cantidad total de agua, para diversas actividades entre ellas, preparación y formulación, limpieza, riego, tratamientos, transporte. Guatemala es un país rico en recurso hídrico, pero lamentablemente posee escasez del mismo, debido a la alta contaminación y mala gestión del recurso.

¹ Compendio Estadístico ambiental 2010, <http://www.ine.gob.gt/hp/ambientales/index.htm>. Consulta: 18 de octubre de 2013.

² Ibid.

³ Ibid.

Por lo que el presente trabajo de graduación plantea una propuesta de cómo mejorar el manejo actual del recurso hídrico en el área de bebidas de una industria de alimentos, por medio de la gestión integral, esto para lograr optimizar y hacer más eficiente su consumo, conociendo con anterioridad el estado actual del recurso en la empresa, los métodos y operaciones en las cuales el agua es el principal motor, la oferta del recurso hídrico y la cantidad del mismo que en realidad se encuentra presente en los productos fabricados.

La propuesta conllevará a la conservación y uso sostenible del recurso hídrico por medio de la presentación de nuevos métodos para utilizar el agua con mayor eficiencia, y disminuir la huella hídrica de la empresa.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Situación del recurso hídrico en el área metropolitana de Guatemala

El agua es considerado el recurso vital para todo ser vivo, Guatemala es un país rodeado de dos océanos, por lo que se puede definir que posee un recurso hídrico suficiente, sin embargo, la cantidad de agua dulce es limitada, debido a que la mayoría se encuentra subterránea teniendo disponibilidad únicamente de la que se encuentra en la superficie del país.

1.1.1. Generalidades

El departamento de Guatemala se encuentra ubicado en la región metropolitana, su cabecera departamental es Guatemala, posee una extensión territorial de 2 126 kilómetros cuadrados. Sus alturas oscilan entre los 930 y 2 101 metros sobre el nivel del mar, el clima es generalmente templado. Se encuentra ubicado a una altitud de 14° 38´ 29” y en longitud de 90° 30´ 47”. Limita al norte con Baja Verapaz; al sur con Escuintla y Santa Rosa; al este con El Progreso, Jalapa y Santa Rosa; al oeste con Sacatepéquez y Chimaltenango.

La tabla I muestra la demografía del departamento de Guatemala, el cual está conformado por un total de 1 221 379 hombres y 1 320 202 mujeres, para formar un total de 2 541 581 en la región.

Tabla I. **Demografía del departamento de Guatemala**

Hombres	1 221 379
Mujeres	1 32 202
Total de población	2 541 581

Fuente: elaboración propia, datos obtenidos de: <http://www.ine.gob.gt/np/poblacion/index.htm>.

Consulta: 20 de septiembre de 2011

1.1.2. Usos del recurso hídrico

En lo que se refiere a los usos, en la actualidad no se cuenta con estadísticas actualizadas, la tabla II muestra los datos estadísticos del consumo del agua en Guatemala, en lo que corresponde al 2006. Los principales usos que se le dan al recurso hídrico en Guatemala son: uso doméstico, agricultura y riego, energía, industria, turismo entre otros.

- **Doméstico**

El agua para uso doméstico incluye: agua para beber, agua usada para servicios públicos, establecimientos de servicios comerciales (como los hoteles) y viviendas; el aumento del consumo doméstico del recurso hídrico es directamente proporcional a la tasa de crecimiento poblacional del país.

La cobertura de agua potable y servicio de sanitación es bajo en Guatemala, esto debido a la gran contaminación y los pocos recursos económicos que se tienen para la implementación de redes de tubería.

En la ciudad de Guatemala, EMPAGUA es el ente encargado de administrar y operar el agua potable y alcantarillado, en el área rural cada una de las municipalidades tiene a su cargo la responsabilidad del suministro de agua a las comunidades cercanas.

- Agricultura y riego

La mayor parte de riego en la actualidad es realizado por medio de inundación, miniriego y el riego por goteo, en Guatemala se puede dividir en tres tipos fundamentales: sistemas de riego privado, programas de riego manejados por el Estado y las municipalidades de la región y los pequeños sistemas de riego comunales.

- Energía

El agua utilizada para generar energía no es consumida, sino que vuelve para su uso, sin embargo es importante tomar en cuenta la cantidad de agua utilizada, debido a que aguas arriba de una hidroeléctrica el agua no puede ser desviada para otro uso, para finales del 2011 Guatemala, disponía de una capacidad instalada de 1 452 megawatts, de la cual 481 megawatts son de generación hidráulica y el resto de generación térmica.⁴

Los 2 mayores problemas que han enfrentado las hidroeléctricas en Guatemala son: la contaminación y la deforestación que existe en el país, esto tiene como resultado erosión y sedimentación que obstaculizan los embalses de la hidroeléctricas rápidamente.

⁴ Política nacional de gestión integrada de los recursos hídricos (PNGIRH) http://revistavirtual.redesma.org/vol11/pdf/legislacion/engirh_guatemala.pdf. Consulta: 15 de octubre de 2012.

- Industria

El sector industrial, utiliza el recurso hídrico en la mayoría de sus procesos, entre los que se pueden mencionar: destilación, rectificación y mezcla de bebidas, productos vinícolas, fabricación de cerveza y la producción de bebidas gaseosas, jugos, néctares entre otros. Es importante resaltar que hay otros usos considerables del agua en la industria, especialmente en la de alimentos, debido a que el recurso hídrico es utilizado también en la limpieza del equipo e instalaciones, alimentación de calderas, refrigeración y enfriamiento.

- Turismo

El sector turismo representa posiblemente la menor fuente de consumo del recurso hídrico en el territorio guatemalteco en comparación con el consumo del sector industrial.

En los establecimientos turísticos, el agua es utilizada para satisfacer las necesidades básicas de los clientes y los servicios generales tales como, las cocinas, lavandería, las piscinas, el césped, mantenimiento de las instalaciones, entre otras actividades recreativas. La calidad del agua tiene un efecto directo en la decisión de los turistas al elegir un hotel o lugar para visitar, por lo tanto el deterioro de la calidad, brinda efectos económicamente negativos para los dueños.

1.1.3. Disponibilidad del recurso hídrico

La disponibilidad del recurso hídrico de cualquier parte del mundo, proviene de dos partes de la parte superficial de la tierra y de la parte subterránea; el agua dulce es el único tipo de agua que puede ser consumida por los seres vivos y ese tipo de agua, la mayor cantidad de la misma se encuentra subterránea, es por ello la insistencia de varias organizaciones y toma de conciencia de las empresas a nivel mundial, por el cuidado del recurso hídrico.

- Agua superficial

El agua superficial proviene de las precipitaciones, no se infiltra ni regresa a la atmósfera, los volúmenes de agua sobre la superficie de la tierra, forman ríos, lagos, lagunas, pantanos y humedales. Los recursos de agua superficial en Guatemala proporcionan aproximadamente el 70 por ciento del suministro público de agua en las áreas urbanas y el 90 por ciento del suministro de agua en las áreas rurales del país⁵.

Aunque los recursos de agua superficial son abundantes, están distribuidos en forma desigual, son altamente estacionales y generalmente están contaminados.

La calidad del agua superficial del país se ve afectada, principalmente por problemas de sedimentación y contaminación biológica.

⁵ Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América, Evaluación de Recursos de Agua de Guatemala. Junio 2000.

El principal contaminante en todo el país proviene de los sistemas de drenajes de aguas servidas de los centros poblados, los cuales son descargados hacia los cauces de los ríos y arroyos locales.

En el área metropolitana los ríos más contaminados son el río Villalobos, que recibe el 60 por ciento de las aguas negras y el río de Las Vacas que recibe el 40 por ciento restante. El río Villalobos fluye al sur de la ciudad descargándose en el lago de Amatitlán y causando contaminación extrema en el lago.

El lago de Amatitlán está considerado como un lago muerto, esto debido a que además de las descargas de aguas negras debidas al incremento de la población y las numerosas industrias, el uso extenso de químicos contribuye a la contaminación del lago y a la degradación de la flora y fauna. Únicamente 7 de las 36 plantas de tratamiento de aguas negras en la cuenca están en operación.

- Agua subterránea

Las mejores áreas para la exploración de agua subterránea están localizadas en los acuíferos volcánicos, los cuales cubren aproximadamente el 75 por ciento del departamento en las partes central y sur.

El agua dulce subterránea está generalmente disponible en grandes cantidades, pero las pendientes empinadas, la densa vegetación y las condiciones inestables del suelo, impiden el acceso.

Estos acuíferos son utilizados para el suministro doméstico y la irrigación, son apropiados para pozos de bombas de mano y tácticos. La mayor parte del suministro de agua (aproximadamente el 60 por ciento) para la ciudad de Guatemala proviene de recursos de agua subterránea.

Aunque el agua subterránea es generalmente más segura que los suministros de agua superficial que no han sido tratados, muchos acuíferos poco profundos en las cercanías de áreas populosas están biológicamente contaminados, principalmente debido a la disposición inadecuada de los desechos.

Tabla II. **Estimaciones del balance hídrico nacional, 2006**

Descripción	Volumen anual	
	Millones de m ³	%
Caudal bruto disponible	93,389	100.0
Superficial	53,365	57.1
Subterránea	40,024	42.9
Caudal no disponible	60,702	65.0
Caudal ecológico ^a	23,347	25.0
Reducción por contaminación	37,355	40.0
Caudal neto disponible	32,687	35.0
Uso y disponibilidad	32,687	100.0
Uso del agua	3,141	9.6
Doméstico	326	1.0
Riego	1,886	5.8
Industrial	929	2.8
Hidroeléctrico ^b	4,511	13.8
Excedente	29,546	90.4
Fuente: INSIVUMEH-URL, Perfil Ambiental de Guatemala 2006.		
a. Uso por los propios procesos ecológicos.		
b. Dato sólo de referencia, no es un uso consultivo.		

Fuente: <http://inde.gob.gt>. Consulta: 12 de noviembre de 2011.

1.1.4. Marco legislativo

En materia de legislación ambiental, específicamente del recurso hídrico, Guatemala no cuenta con una ley ni administración especial, que dicte los límites máximos y mínimos de volumen de agua a utilizar por cada actividad.

La legislación vigente con respecto al recurso hídrico, asigna a las aguas diversos valores: ambiental, al considerarla un elemento abiótico; económico, al incluirla como parte del patrimonio del Estado y de los particulares; y social, al mandar que en la Constitución se organice su uso en función del interés social; por tratarse de un bien con obvia capacidad de satisfacer usos de interés general, puede ser expropiada al igual que otros bienes y derechos.

El agua como elemento abiótico es introducido al ordenamiento legal nacional por la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, cuya aplicación corresponde al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), la Ley de Áreas Protegidas cuya aplicación corresponde al Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), la cual incorpora genéricamente las aguas como parte de procesos ecológicos esenciales y sistemas naturales vitales y la Ley Forestal.

El agua como bien público es incorporado por el régimen constitucional de 1824; y como bien social, por la legislación civil, al organizar sistemas de derechos de uso común y de aprovechamiento especialmente de las aguas públicas y por la legislación agraria, al introducir el criterio de la afectación de las aguas no utilizadas.

El agua se incorpora al ordenamiento jurídico nacional, clasificándola en públicas y privadas, en la actualidad existen normas civiles que regularizan el uso, dominio y las limitaciones del recurso hídrico.

Las normas y leyes que especifican el dominio, propiedad y limitación del agua están contenidas en la Constitución Política de la República de Guatemala, Código Civil, Ley de Protección del Medio Ambiente, Ley de Áreas Protegidas, Código de Salud y diversas leyes administrativas.

A continuación se citan las principales leyes, políticas acuerdos y normas que rigen el aspecto legal del recurso hídrico en Guatemala:

- Constitución Política de la República de Guatemala

La Constitución de la República de Guatemala en el artículo 64 Patrimonio Natural, describe y expresa que se declara de interés nacional la conservación, protección, y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación, esto se refiere entre otros aspectos y recursos, a la protección, conservación y mejoramiento del recurso hídrico con el que cuenta el país.

En el artículo 97 Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico, que dice: el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación, contaminación y agotamiento.

Como medio ambiente se entiende como el conjunto de todos los valores y recursos naturales, sociales y económicos que afectan a todo ser vivo de una comunidad, región o país.

La Constitución además de definir la regulación, protección y mejoramiento de los recursos naturales como un todo, en su artículo 121 numeral (b), dicta específicamente las regulaciones y manejo de las aguas incluyendo desde las navegables, hasta las aguas que sirven de límites internacionales entre las repúblicas.

En sus artículos 127 y 128 hace referencia al régimen y aprovechamientos del recurso hídrico. Estableciendo que todas las aguas son de bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia”, este artículo establece la creación de una ley específica que regule el uso y aprovechamiento del recurso hídrico que se encuentra en Guatemala, lamentablemente los mandatos constitucionales de esta ley, se han prolongado desde hace ya muchos años, y en la actualidad esta ley todavía no se ha emitido.

En el artículo 128 establece que el aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos, para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza, que contribuya al desarrollo de la economía nacional, está al servicio de la comunidad y no de persona particular alguna, pero los usuarios están obligados a reforestar las riberas y los cauces correspondientes, así como facilitar las vías de acceso.

- Plan Nacional de Agua

Por medio del Acuerdo Gubernativo número 204-2008, surge el Gabinete Específico del Agua (GEA), con el propósito de coordinar el diseño y gestión de políticas, planes y presupuestos del agua. El GEA está integrado por el vicepresidente que es quien lo preside, y los ministros de MAGA, MARN, MICIVI, MINECO, MINEDUC, MEM, MINFIN, MINEX, MPSAS, y los secretarios de: SCEP, SAA, CONRED, CONAP y SEGEPLAN.

La política y la estrategia nacional de la gestión integrada de recursos hídricos fueron aprobados por el GEA en el 2008, los cuales tienen como objetivo promover mejores condiciones para la gobernabilidad eficaz del agua, institucionalizando el sistema nacional de gestión integrada de los recursos hídricos, capaz de satisfacer el mayor número de demandas, previendo los requerimientos futuros y la gestión de riesgos en un marco de sostenibilidad ambiental.

- Política Nacional Marino Costera

El objetivo principal de la política consiste en promover la protección y uso racional de los ecosistemas marino costeros, de sus cuencas hidrográficas y su diversidad biológica, mediante el manejo integrado de los bienes y servicios generados en estas zonas contribuyendo al desarrollo transgeneracional de la nación.

La Política Nacional Marino Costera, cuenta con las siguientes líneas de acción:

- Promover el desarrollo humano integral que garantice el crecimiento legal e internacional.
 - Cumplimiento del marco legal e internacional.
 - Conservación y restauración de ecosistemas.
 - Prevención de la degradación y contaminación.
 - Ordenamiento territorial.
 - Fortalecimiento institucional.
 - Generación y transferencia de tecnología.
 - Conocimiento del cambio climático.
- Convenios internacionales

A nivel internacional la responsabilidad del recurso hídrico en Guatemala, se encuentran los siguientes convenios:

- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992).
- Tratado de Libre Comercio entre Centro América, los Estados Unidos y la República Dominicana (DR-CAFTA, Capítulo 17 Ambiental).
- Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (ratificada en 1995).
- Protocolo de Kyoto a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (ratificado en 1999).
- Declaración de San Pedro Sula, Cumbre de Cambio Climático y Medio Ambiente, Centroamérica y el Caribe.

Adicional a las leyes, existen instituciones que intervienen en el manejo del recurso hídrico, entre las que se pueden mencionar:

- El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA): es el encargado de promover los sistemas de riego en el territorio nacional, formular y ejecutar la política de desarrollo agropecuario, hidrobiológico y de uso sustentable de los recursos naturales renovables, entre otras funciones que están conforme la ley.
- El Ministerio de Energía y Minas (MEM): encargado de fomentar el uso de fuentes nuevas y renovables de energía y encargado de la gestión de la explotación minera, afectando así los temas de hidroelectricidad y extracción de agregados, los cuales si no son manejados adecuadamente pueden causar contaminación al recurso hídrico.
- El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales: es el encargado formular, aprobar, orientar, coordinar y promover las políticas nacionales, velando siempre por el buen manejo de los recursos naturales, incluidos entre ellos el recurso hídrico.
- SEGEPLAN: es el órgano de planificación del estado, el cual ha sido establecido como una institución de apoyo a la Presidencia de la República, SEGEPLAN ha elaborado un diagnóstico de la situación actual del recurso hídrico en el país, teniendo como resultado dos herramientas de planificación Política de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y la Estrategia Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, ambas herramientas tienen como objetivo coordinar y reorientar la gestión del recurso hídrico en el país.

- Oficina de Control de Reservas Territoriales del Estado (OCRET): es la institución designada en conjunto con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de llevar el control de los registros correspondientes a las áreas de reservas territoriales del Estado de Guatemala y el arrendamiento de las mismas; se consideran áreas de reserva territorial tres kilómetros a lo largo de los océanos, doscientos metros alrededor de las orillas de los lagos, cien metros a cada lado de las riberas de los ríos y cincuenta metros alrededor de las fuentes y manantiales.

1.2. Antecedentes de la empresa

La industria de alimentos y bebidas, es una de las mayores industrias a nivel mundial, esto debido a que satisface una necesidad primordial para la sobrevivencia de un ser humano, la necesidad fisiológica de la alimentación.

1.2.1. Historia

La marca de la Industria tiene una rica historia. Todo empezó en los años veinte, en el corazón del famoso Valle Central de California – la más rica y exuberante región agrícola del mundo. Ahí comenzó la creación del jugo, con el propósito de producir bebidas con sabor fresco para los hogares de la región.

En los años treinta, la compañía introdujo los néctares. Las nuevas bebidas fueron un éxito instantáneo en California.

Conforme creció el estado de California, también creció la marca. De ser localmente producido y comercializado, la empresa se expandió de manera que sus bebidas podían ser disfrutadas en otros estados del país.

A finales de la década de los cincuenta, la empresa abrió una subsidiaria en Guatemala, que años más tarde sería vendida para convertirse en una Industria de Bebidas y Alimentos.

La marca continúa su rica tradición de ofrecer productos naturales de alta calidad, a base de frutas, sin preservantes ni colorantes artificiales, productos saludables y nutritivos que pueden ofrecerse a toda la familia, y que contribuyen a una mejor calidad de vida para nuestros consumidores.

Durante los siguientes treinta años, la Empresa progresó significativamente, desarrollando marcas exitosas, innovando y creando nuevos productos que cumplieran los requerimientos de calidad y expectativas de los consumidores centroamericanos, siempre apegado a su compromiso de ofrecer productos naturales y saludables.

1.2.2. Información general

La empresa se encuentra ubicada en una de las zonas industriales más fuertes del país, en la cual las condiciones climáticas son favorables para el producto perecedero producido por la empresa.

Lo más importante de una empresa, es tener definido quiénes son y a dónde se dirigen, la empresa se ha caracterizado por tener definidas las metas y caminos de acción a seguir, teniendo una visión y una misión establecidas y divulgadas y comprendidas por su personal de trabajo.

1.2.2.1. Ubicación

Actualmente en la ciudad de Guatemala, se encuentran situadas varias empresas dedicadas a la producción de alimentos y bebidas.

La industria de alimentos en donde se realizará el trabajo de graduación se encuentra situada geográficamente, en el kilómetro 6,5 carretera al Atlántico, ciudad de Guatemala , colinda al norte con la colonia San Rafael zona 18, al sur con la zona 17 capitalina, al oeste con la colonia Lomas del Norte zona 17, y al este con carretera al Atlántico.

1.2.2.2. Visión

La visión indica la ubicación o hacia donde se dirige la empresa a largo plazo, la visión debe de ser viable, realista y medible en el tiempo. Es la imagen clara del estado deseado, lo cual logra motivar a los miembros de la organización para convertirlo en realidad, debe de expresar hacia dónde se desea ir y cómo se logrará. La visión de la empresa en donde se desarrolló el trabajo de graduación es:

“Con el esfuerzo diario de todos, seremos la empresa líder fabricante y distribuidora de bebidas y productos de alta calidad, comprometida a conquistar permanentemente la satisfacción del consumidor consolidando nuestras marcas como las mejores del mercado.”

1.2.2.3. Misión

La misión de una empresa es la definición de la misma en el momento presente, es considerada como la razón de ser como organización, debe definir el propósito y especificar el negocio al que se dedica, las necesidades que son satisfechas con sus productos y servicios, el mercado en el cual se desarrolla y la imagen pública de la organización. La misión de la empresa en donde se desarrolló el trabajo de graduación es:

“Promover el desarrollo integral de quienes aquí laboramos para que, a través de un excelente servicio y del trabajo en equipo, logremos la producción y distribución rentable de productos de alta calidad que satisfagan las expectativas del consumidor, siendo vanguardistas y consolidándonos en el mercado Centroamericano y Norteamericano.”

1.2.2.4. Política ambiental

Política ambiental es la directriz para implementar y mejorar el sistema de administración ambiental de la organización de tal manera que pueda mantenerse y potencialmente mejorar su desempeño ambiental. La política es la base sobre la cual la gerencia plantea sus objetivos y metas ambientales, debe de involucrar a todos los entes y personas que estén relacionados con la empresa desde los proveedores hasta el personal de limpieza.

La empresa, reconoce su responsabilidad ambiental, asumiendo los siguientes compromisos, en procura de una mejora continua de la calidad del ambiente:

- Evitar la contaminación ambiental por medio de la eliminación o disminución de las emisiones sólidas, líquidas y atmosféricas originadas en todas sus actividades.
- Desarrollar una gestión integrada del recurso hídrico, orientada a su protección, uso racional y tratamiento adecuado.
- Cumplir con la legislación y reglamentación ambiental aplicable vigente en los países donde opera, así como estándares derivados de organizaciones internacionales asociadas con la empresa.
- Comunicar periódicamente la política ambiental a todos los empleados y proveedores involucrados en el Sistema de Gestión Ambiental y ponerla a disposición del público en general.

Los compromisos adquiridos serán alcanzados con el esfuerzo permanente de todo el personal y fortalecidos con los proveedores y socios estratégicos.

1.2.3. Organización

La palabra organización posee varios significados como por ejemplo una organización es un grupo coordinado de personas que funcionan para lograr una meta particular, toda organización debe de poseer una estructura organizacional.

Organización se puede entender también como una de las cuatro funciones generales de la administración junto con la planeación, el control y la dirección. Se entiende como organización al proceso que sirve para crear una estructura de puestos en una empresa, la cual permite que los empleados puedan implementar las metas y los planes de la gerencia.

El proceso que utiliza la gerencia para desarrollar la estructura organizacional es decir la creación de los puestos y las relaciones se llama diseño organizacional.

1.2.3.1. Tipo de organización

La empresa, posee un tipo de organización de propiedad colectiva, es decir que posee un número reducido de propietarios quienes participan conjuntamente en los beneficios obtenidos por la empresa y los costos e inversiones que ésta necesita para su buen funcionamiento.

1.2.3.2. Estructura organizacional

La estructura organizacional también conocida como organigrama es un diagrama que ilustra las líneas de dependencia que existen entre las unidades y las personas de una organización.

Un organigrama o estructura organizacional transmite diferentes tipos de información como por ejemplo:

- Los cuadros representan a las diferentes unidades.
- Los títulos dentro de cada cuadro indican el trabajo que desempeña esa persona.

- Las líneas que conectan a los superiores con los subordinados muestran las relaciones de dependencia o reportes.
- El número de estratos verticales del organigrama representa los diferentes niveles que hay en la organización.

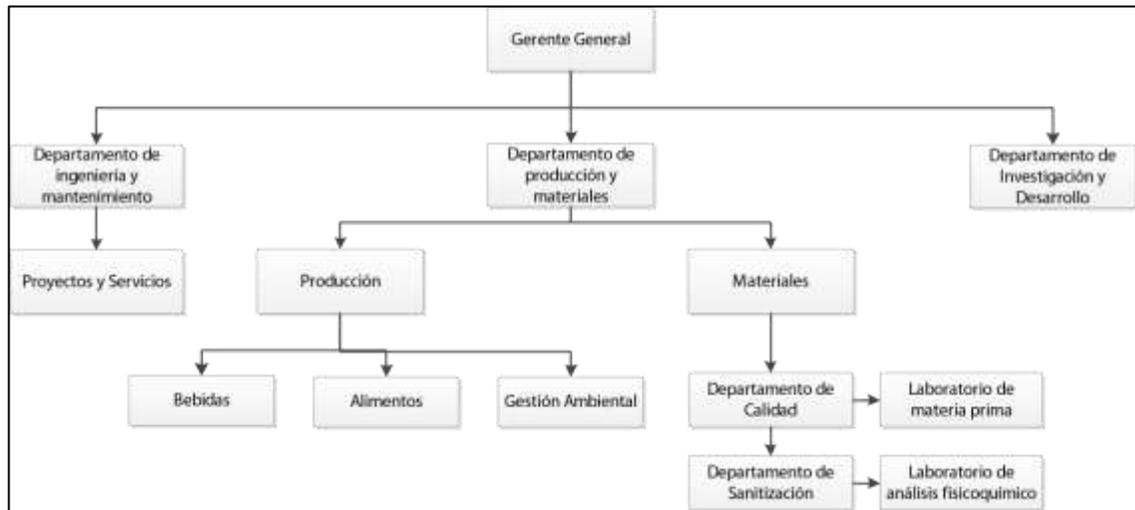
La empresa posee un organigrama o estructura organizacional basada en un diseño de tipo funcional y un diseño por producto.

El diseño de tipo funcional es el tipo de estructura organizacional en la que los administradores y empleados son agrupados con base en sus áreas de aprendizaje o conocimiento experto y de los recursos necesarios que necesitan para realizar sus funciones.

El diseño por funciones es económico y permite a la gerencia crear un departamento para cada una de las funciones que desempeñarán, este diseño permite que los superiores y subordinados compartan su experiencia común y permite que las decisiones técnicas brindadas por cada departamento sean de mayor calidad.

Una estructura por producto significa que todas las funciones que contribuyen a un producto son organizadas bajo un mismo administrador, los diseños por productos dividen a la organización en unidades encargadas de producir y vender sus productos y brindar un servicio a sus mercados, este tipo de estructura organizacional es evaluado en base a las utilidades. La estructura organizacional de la empresa se muestra en la figura 1.

Figura 1. Estructura organizacional planta de producción



Fuente: elaboración propia.

1.3. Gestión integral del recurso hídrico

La gestión integral de los recursos hídricos, es una herramienta flexible que ayuda a afrontar los retos referidos al agua, y brinda las herramientas necesarias para optimizar el uso y contribución de ésta en un proceso de desarrollo sostenible. El enfoque de la gestión integrada del recurso hídrico se basa en fomentar el desarrollo y gestión coordinada de los recursos de agua, tierra y otros recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas que se encuentren alrededor.

La GIRH no se limita únicamente a la gestión de los recursos físicos, sino que se involucra además en la reforma de los sistemas sociales, esto con el objetivo de motivar a la población para que los beneficios obtenidos de dichos recursos reviertan equitativamente en ella.

1.3.1. Ciclo del agua

El ciclo del agua es uno de los más importantes debido a que el agua se encuentra en constante movimiento desde la atmósfera a la tierra, a los mares y luego, nuevamente a la atmósfera. El ciclo está controlado por la energía del sol y por la gravedad, el agua suministra la conexión entre la atmósfera, litosfera e hidrosfera, lo cual hace posible la presencia de la vida sobre el planeta tierra. La figura 2 muestra las principales etapas del ciclo del agua.

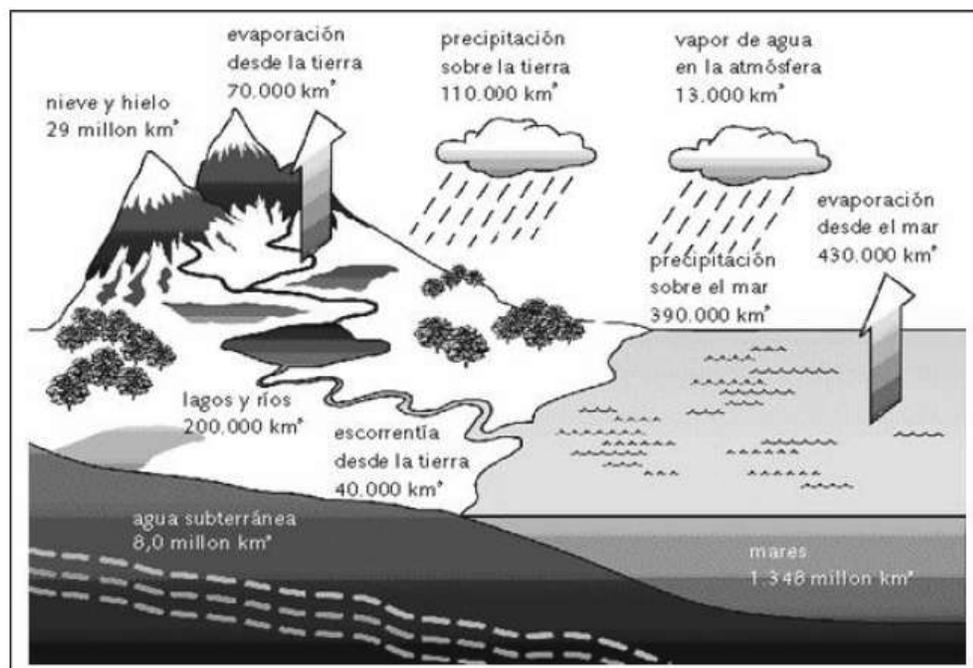
El recurso hídrico se mueve desde la atmósfera, en donde se encuentra como vapor de agua, a la superficie de la tierra en donde es utilizada por los organismos y posteriormente regresa a la atmósfera, en forma de vapor. El agua va desde la superficie de la tierra a la atmósfera de dos formas:

- **Evaporación:** la cual es determinada por la energía solar, el agua se va a la atmósfera en forma de vapor, la mayor parte de la evaporación, se presenta en el océano, mientras que en los lagos y ríos la evaporación sucede en menor proporción.
- **Transpiración:** la transpiración sucede cuando el agua almacenada en los tejidos vegetales se difunde a través de sus membranas y entra a la atmósfera como vapor de agua.

Cuando el aire que transporta el vapor se enfría, este se condensa en agua líquida, la cual es observada en forma de nubes. Si la condensación continúa, las gotas de agua aumentan de tamaño y se forman lo que es conocido como lluvias o precipitación pluvial. La precipitación del agua puede tomar diversos cursos o caminos:

- Puede evaporarse inmediatamente, dependiendo del calor o energía solar, a esto se le denomina evaporación simultánea.
- Puede caer en el depósito principal de agua, que es conocido como el mar.
- Puede caer en masas terrestres, siguiendo algunos de estos cursos: puede filtrarse al suelo y ser absorbida por los vegetales y plantas; puede correr hasta unirse a los arroyos y a los ríos y posteriormente llegar al mar; puede filtrarse y unirse a los depósitos de agua subterránea o puede evaporarse.

Figura 2. **Ciclo del agua**



Fuente: Guía de ahorro y uso eficiente del agua.
Ministerio de Medio Ambiente, República de Colombia.

1.3.2. Principios de la gestión integral

Los principios de la GIRH fueron conocidos anteriormente como los principios de Dublín, los cuales contribuyeron significativamente a las recomendaciones de la Agenda 21 realizada y adoptada en 1992 en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) en Río de Janeiro.

Los 4 principios en los que está basada la Gestión Integral del Recurso Hídrico son:

- Principio I: el agua como un recurso finito y vulnerable

El agua dulce es un recurso vulnerable y finito, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medioambiente, y además es un insumo imprescindible en numerosos procesos productivos, por lo que es necesario contemplar el recurso en los planes generales y sectoriales de cada país, involucrados e interesados en el desarrollo sostenible.

- Principio II: enfoque participativo

El desarrollo y manejo del agua debe estar basado en un enfoque participativo, involucrando a usuarios, planificadores y realizadores de política a todo nivel. El agua es un elemento del cual todos son responsables por su custodia, un enfoque participativo es el único medio para alcanzar consensos duraderos y un acuerdo común. Sin embargo, para que esto ocurra, los interesados y los funcionarios deben reconocer que la sustentabilidad del recurso es un problema común y que todas las partes deberán sacrificar algunas de sus aspiraciones por el bien común.

- Principio III: el rol importante de la mujer

La mujer juega un papel central en la provisión, el manejo y la protección del agua, lamentablemente debido a la sociedad en la que se vive actualmente deben de llevarse a cabo esfuerzos especiales que garanticen la participación de la mujer en todos los niveles organizacionales.

La mujer juega un rol clave en la recolección, uso y aprovechamiento del recurso hídrico para el uso doméstico, la dimensión ética en la gestión de los recursos hídricos se logrará incorporando a la gestión diaria la equidad, la participación efectiva, la comunicación, el conocimiento, la transparencia y especialmente la capacidad de respuesta a las necesidades humanas que se planteen.

- Principio IV: el agua como bien económico

El agua posee un valor económico en todos sus usos competitivos y debería ser reconocida como un bien económico, varios de los fracasos en el manejo del recurso de agua en el pasado se atribuyen al hecho que el agua ha sido, y aún lo es visualizada como un bien libre o al menos no ha sido reconocida como un recurso limitante.

En la actualidad principalmente en Guatemala, no existen incentivos para tratar el agua como un activo limitante, para extraer el máximo beneficio de los recursos hídricos disponibles, existe la necesidad de modificar las percepciones acerca de los valores del agua y reconocer los costos de oportunidad involucrados en las pautas de asignación actuales.

1.3.3. Tipos de agua

El recurso hídrico tiene una amplia variedad de tipos y formas, en las cuales se puede presentar en la naturaleza, sin embargo, los tipos de agua utilizados en la empresa para la producción de néctares y bebidas varias son tres: agua dura, agua suavizada y el tipo de agua purificada.

1.3.3.1. Agua dura

El agua dura es, el tipo de agua que no es ni ha sido sometida a ningún tipo de tratamiento previo, por lo tanto es el agua natural tal y como ha sido extraída de la fuente de suministro, que en el caso de la empresa en donde se realizó el trabajo de graduación, se le llama agua dura al agua extraída del pozo propio.

El agua es considerada como dura o cruda cuando contiene un alto nivel de minerales principalmente magnesio y calcio, el grado de dureza aumenta debido a la presencia de estos minerales. Una prueba para establecer si el tipo de agua analizada es dura o cruda es disolviendo detergente o jabón, si este no se disuelve el agua contiene altas cantidades de magnesio, hierro y calcio. El agua dura es conocida por tamponar las tuberías, complicar la disolución de los detergentes y al tratar de ingerir y beber, esta causa serios daños en el sistema digestivo.

1.3.3.2. Agua suavizada

El agua suavizada o ablandada es aquella que contiene menos de un grano por galón de iones de dureza.

Se considera como agua suavizada o agua ablandada al tipo de agua que posee un escaso o nulo contenido de hierro y metales alcalinos térreos, los cuales pueden dañar las tuberías, reduciendo su eficiencia y causando la formación de depósitos minerales los cuales posteriormente son difíciles de remover. A esta agua se le ha removido su dureza producida por la presencia de sales como sulfatos, cloruros y de iones como el calcio y el magnesio.

El proceso de suavización de agua, aplicado en la empresa es conocido como el de intercambio de cationes por medio del ciclo del sodio, el cual consiste en intercambiar iones de sodio por iones de calcio y magnesio, este proceso es efectivo cuando se tiene un programa y control adecuado de la regeneración de la resina y se tiene el cuidado de suministrar la cantidad necesaria de sal o salmuera para el ciclo. El proceso de suavizado de agua consta de 4 pasos con una duración aproximada de 2 horas.

- Paso 1: retro-lavado

Durante el proceso o flujo de agua cruda o dura en el proceso de suavizado, la cama de zeolita ha removido materia suspendida del agua. En la operación de retro lavado, un flujo de corriente arriba, expande la cama de zeolita y libera los residuos, de tal manera que estos son descargados en una corriente de desecho, quedando el recipiente limpio.

- Paso 2: añadidura de salmuera (sal)

La salmuera es inyectada en la parte de arriba de los suavizadores o recipientes, posteriormente se agrega agua a flujos bajos, lo cual desplaza la salmuera hacia la parte más baja del recipiente.

- Paso 3: enjuague lento y enjuague rápido

Luego de haber agregado la cantidad de sal necesaria de acuerdo a la demanda, se hace pasar un flujo de agua para que enjuague la salmuera adherida a las columnas del recipiente, esto da como resultado que los iones de calcio y magnesio sean retenidos.

- Paso 4: completar el tanque de salmuera

El tanque de salmuera es completado con agua para quedar preparado para el próximo ciclo de regeneración.

1.3.3.3. Agua purificada

El agua purificada es también conocida como agua desmineralizada o agua tratada, es el tipo de agua al que se le ha aplicado algún tratamiento para eliminar todas las impurezas que pueda contener desde los minerales, hasta las propiedades organolépticas no deseadas.

En la empresa el agua purificada es utilizada para la preparación y formulación de los productos, de ahí la importancia de la calidad de este tipo de agua, el proceso o tratamiento aplicado para obtener este tipo de agua es por medio de la filtración, el sistema de filtrado de agua está formado por 3 filtros de retención de sedimentos o arena, 3 filtros de carbón activado, 2 suavizadores y 3 lámparas ultravioleta.

El tratamiento de agua purificada inicia cuando el agua ingresa a los filtros de retención de sedimentos, en el cual se eliminan las partículas de hierro y manganeso que pueda contener el agua, elimina el color y algunas propiedades organolépticas no deseadas. En estos filtros se eliminan gran parte de las partículas finas y algunas bacterias grandes.

Luego el agua pasa a los tanques de carbón activado, los cuales ayudan a eliminar los olores que pueda contener el agua cruda que ha ingresado a la planta. El tercer paso es hacer pasar el agua proveniente de los tanques a un proceso de suavizado.

Y como último paso del proceso de purificado, el agua pasa al área de las lámparas ultravioletas, el objetivo de estas es eliminar los gérmenes y bacterias diminutas que los filtros no lograron eliminar.

1.3.3.4. Agua potable

Agua potable es la que cumple las normativas de calidad según lo dictan las autoridades locales e internacionales, el agua potable puede ser consumida por las personas y los animales sin riesgo a contraer alguna enfermedad, además es utilizada para las actividades de limpieza y servicios sanitarios debido a que no daña tuberías.

La Organización Mundial de la Salud, ha expresado el importante papel que tiene el agua potable en la salud de la población:

El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública. Suelo referirme a ellos como «Salud 101», lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO

2.1. Análisis general de los procesos productivos

Proceso productivo es la secuencia lógica de operaciones e inspecciones necesarias, para la creación y fabricación de un producto, que puede ser un bien o un servicio.

Para poder analizar los procesos productivos es necesaria la elaboración de diferentes tipos de diagramas de proceso, los cuales son las representaciones gráficas de los pasos, que sigue una secuencia de actividades que constituye el proceso productivo, incluye toda la información que se considere necesaria para el análisis como por ejemplo: las distancias recorridas, cantidad considerada y el tiempo requerido para la elaboración.

Entre los diagramas de procesos elaborados para el análisis del proceso productivo se encuentran:

- Diagrama de operaciones

El diagrama de operaciones, es una herramienta de análisis la cual representa de forma gráfica la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, holguras y materiales que constituyen un proceso o procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza o tipo de diagrama. La gráfica describe la entrada de todos los componentes sub-ensambles del ensamble principal.

Al construir el diagrama se utilizan dos símbolos: un círculo pequeño, con diámetro de 3/8 de pulgada, que denota una operación, y un cuadrado pequeño de 3/8 de pulgada por lado, que denota una inspección.

Una operación tiene lugar cuando la materia prima sufre una transformación intencionalmente o cuando se realiza un estudio o planeación previa al trabajo productivo, mientras que se considera como inspección cuando se examina el producto o la materia prima para determinar su conformidad con un estándar.

La figura 3 muestra los símbolos utilizados para la elaboración del diagrama de operaciones, el orden en que deben realizarse las acciones indicadas en el diagrama está representado por la disposición de los símbolos ya expuestos en líneas verticales de recorrido, mientras que el material sobre el cual se realiza el trabajo durante el proceso se debe de indicar con líneas horizontales.

En la parte superior del diagrama debe de llevar la información necesaria poder identificarlo como lo es: el título del diagrama, la información del número de piezas, número de plano, descripción del proceso, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que lo elaboró.

Figura 3. **Símbolos del diagrama de operaciones**

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
Operación		Se produce o se efectúa algo.
Inspección		Se verifica calidad o cantidad.
Lineas horizontales		Para indicar el ingreso de materia prima o instrumentos.
Líneas verticales		Utilizadas para conectar cada operación e inspección.

Fuente: elaboración propia.

- Diagrama de flujo

Un diagrama de proceso de flujo es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante el proceso del producto, este tipo de diagrama contiene mucho más detalle que el diagrama de operaciones por lo tanto es utilizado la mayoría de veces para representar únicamente un ensamble de un sistema.

Además de registrar las operaciones e inspecciones, estos diagramas muestran todos los movimientos y almacenamientos de un artículo en su paso por la planta; por lo tanto, requieren símbolos adicionales a los usados en los diagramas de procesos de la operación.

Entre los símbolos adicionales se encuentran, una pequeña flecha la cual significa transporte, que se puede definir como mover un objeto de un lugar a otro, un triángulo equilátero sobre un vértice significa un almacenamiento, el cual sucede cuando una parte se detiene, los símbolos utilizados para elaborar el diagrama de flujo se encuentran descritos en la figura 4.

Al igual que el diagrama de operaciones, el diagrama de flujo de procesos debe de ser identificado con título, información del número de piezas, número de plano, descripción del proceso, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que lo elaboró.

- Diagrama de recorrido

Un diagrama de recorrido es una modalidad del diagrama de flujo, el cual es elaborado en base a un plano a escala de la planta de producción o la fábrica, en donde se indican la maquinaria y las instalaciones fijas.

La manera de realizarlo es trazando líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra o de un punto de la planta a otro.

Al realizar el diagrama es necesario identificar cada actividad con el símbolo y número correspondiente al que aparece en el diagrama de flujo, y la dirección del flujo, se indica con pequeñas flechas sobre las líneas.

El diagrama de recorrido es un complemento útil del diagrama de flujo del proceso, ya que indica cómo regresar y las posibles áreas de congestión, además facilita el desarrollo de una distribución de planta ideal. (NIEBEL).

Figura 4. **Símbolos del diagrama de flujo**

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
Operación		Se produce o se efectúa algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se moviliza.
Inspección		Se verifica calidad o cantidad.
Demora		Se interiere o retrasa el paso siguiente.
Almacenaje		Se guarda o se protege.

Fuente: elaboración propia.

2.1.1. Diagrama de operaciones

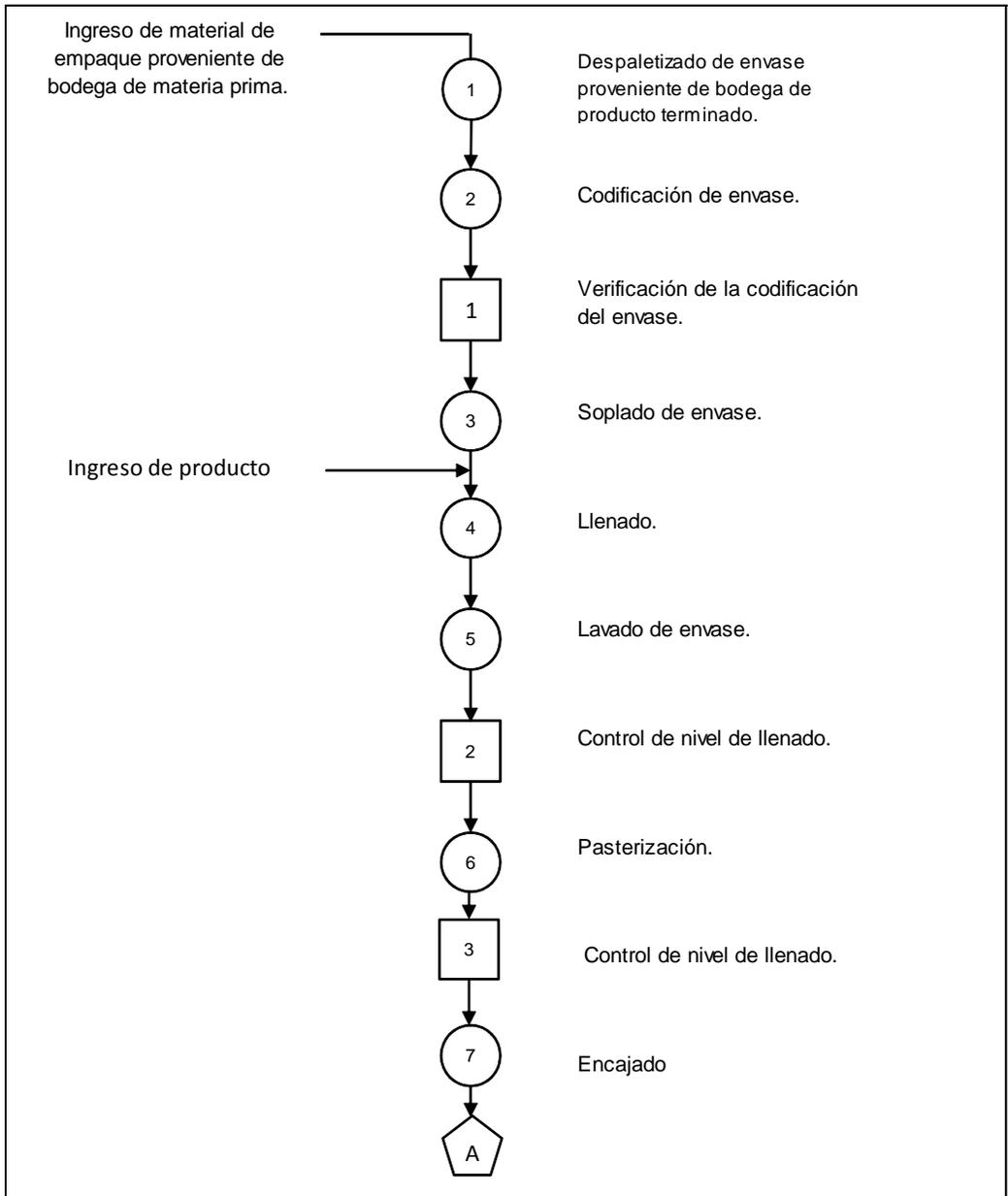
Le empresa, se encuentra dividida en dos áreas de producción, un área dedicada específicamente a la producción de alimentos y otra dedicada a la producción de bebidas.

El área de bebidas consta de 3 líneas de producción, dos líneas encargadas de la producción de bebidas y néctares en envase de aluminio y hojalata, y la otra línea de producción encargada de producir jugos y néctares en envase de *tetra pack*.

El desarrollo de los diagramas de operaciones de las tres líneas de producción se encuentran ilustrados en las figuras 5-8.

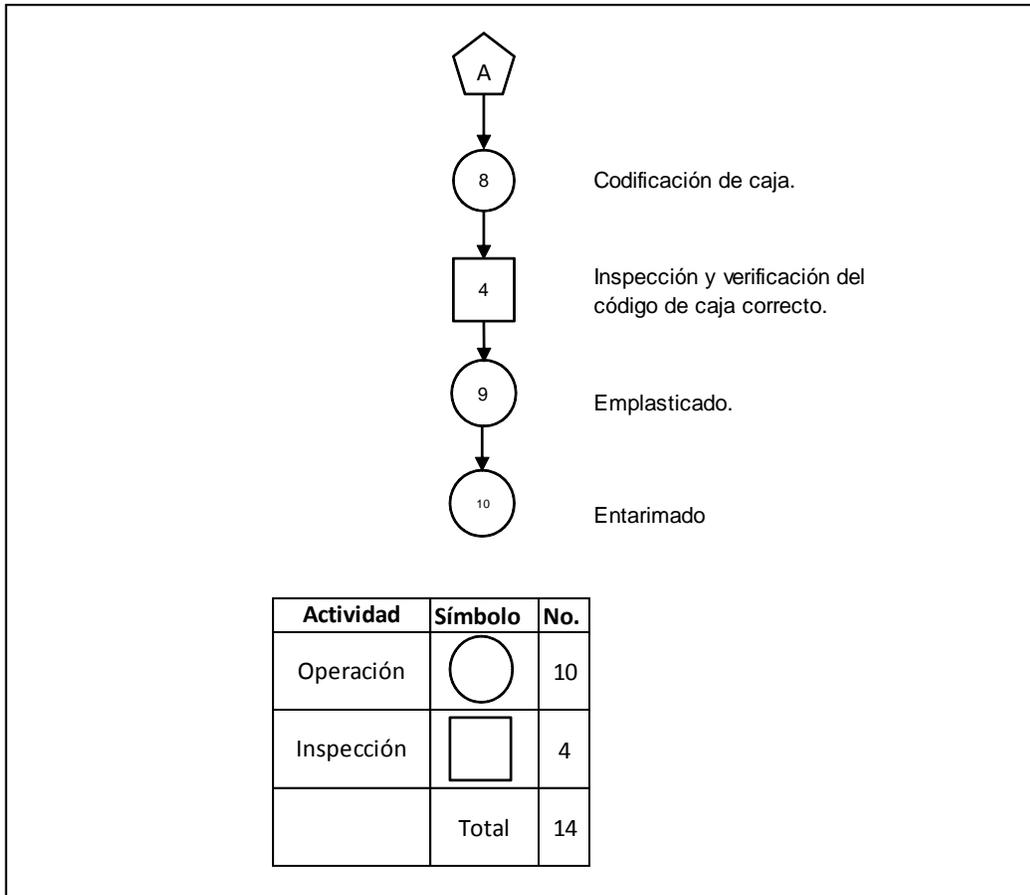
Figura 5. Diagrama de operaciones líneas 2 y 3

Línea de Producción: Línea 2 y 3	Elaborado por: María José Tejeda Oliva.
Producto: Jugos y Néctares	Cargo: Tesista
Departamento: Producción	Hoja: 1 de 2



Continuación de la figura 5.

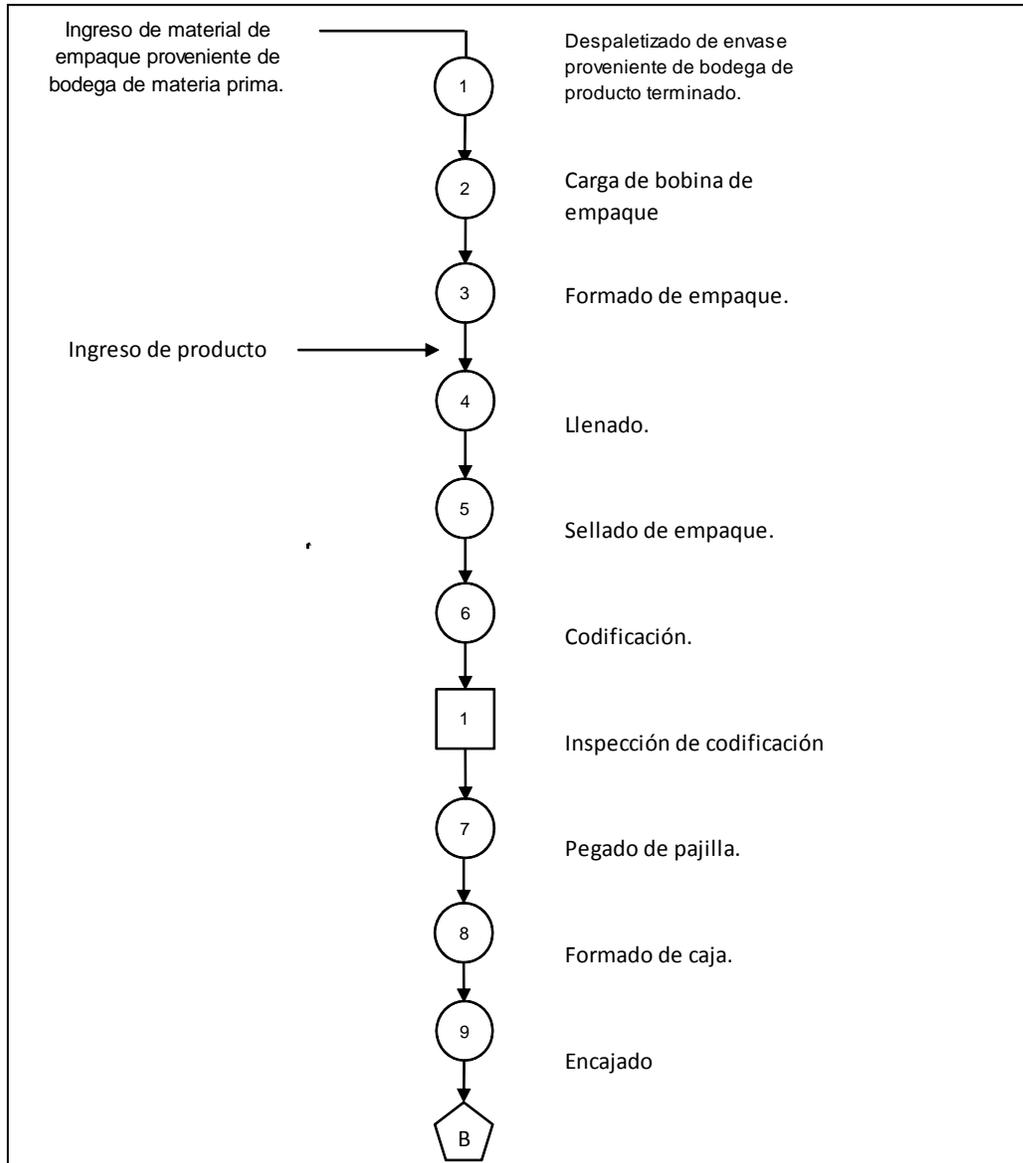
Línea de Producción:	Línea 2 y 3	Elaborado por:	María José Tejeda Oliva.
Producto:	Jugos y Néctares	Cargo:	Tesista
Departamento:	Producción	Hoja:	2 de 2



Fuente: elaboración propia.

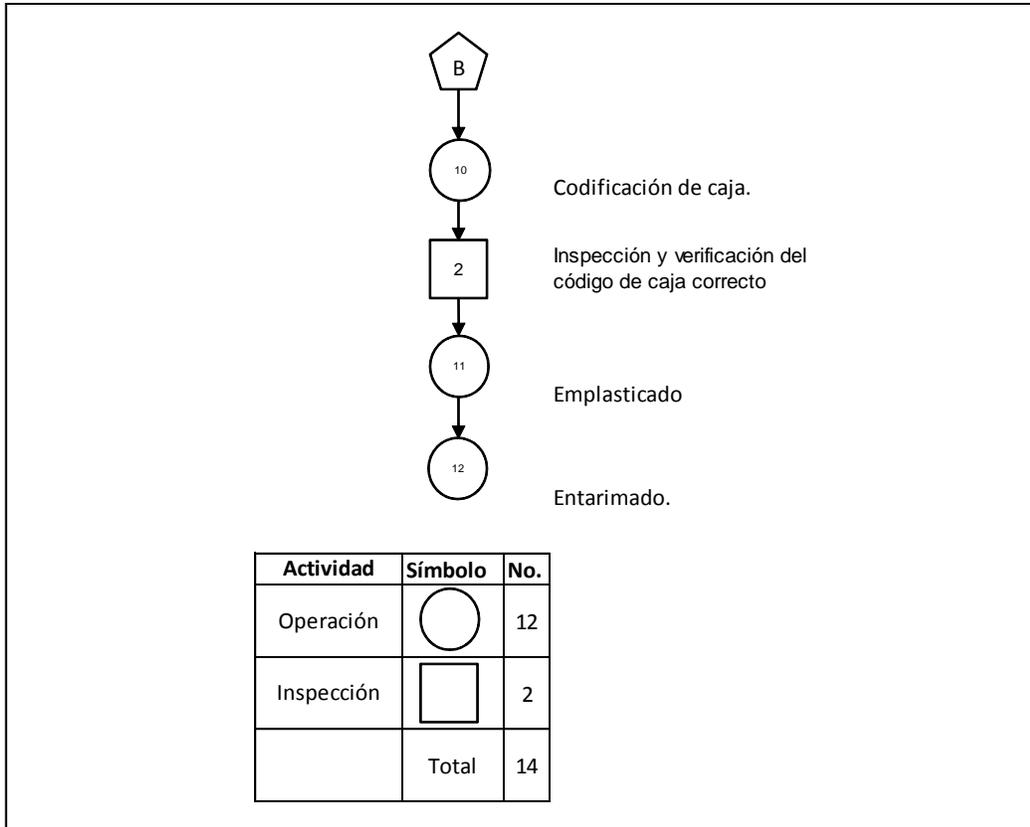
Figura 6. Diagrama de operaciones línea 4

Línea de Producción: Línea 4	Elaborado por: María José Tejeda Olive
Producto: Jugos y Néctares	Cargo: Tesista
Departamento: Producción	Hoja: 1 de 2



Continuación de la figura 6.

Línea de Producción: Línea 4	Elaborado por: María José Tejeda Oliva.
Producto: Jugos y Néctares	Cargo: Tesista
Departamento: Producción	Hoja: 1 de 2



Fuente: elaboración propia.

2.2. Disponibilidad del recurso hídrico

La empresa cuenta con una disponibilidad de recurso hídrico suficiente para poder cubrir las necesidades de la misma y poder cumplir con la demanda de producto y proyecciones de venta, sin embargo en los últimos meses se ha evidenciado el incremento en el desperdicio del recurso hídrico.

El descontrol en el incremento del desperdicio puede afectar la línea de acción definida por la empresa en su política ambiental, la cual se refiere al desarrollo de una gestión integral del recurso hídrico, orientada a su protección, uso racional y tratamiento adecuado del mismo.

2.2.1. Capital hídrico de la empresa

El capital hídrico de la empresa está formado por la cantidad del recurso hídrico que tiene disponible para utilizar.

El recurso hídrico utilizado proviene de un pozo propio, por lo tanto calcular el capital hídrico no fue posible, debido a que este depende de la cantidad de precipitación y agua superficial que se encuentre disponible en el lugar en donde se encuentra el pozo.

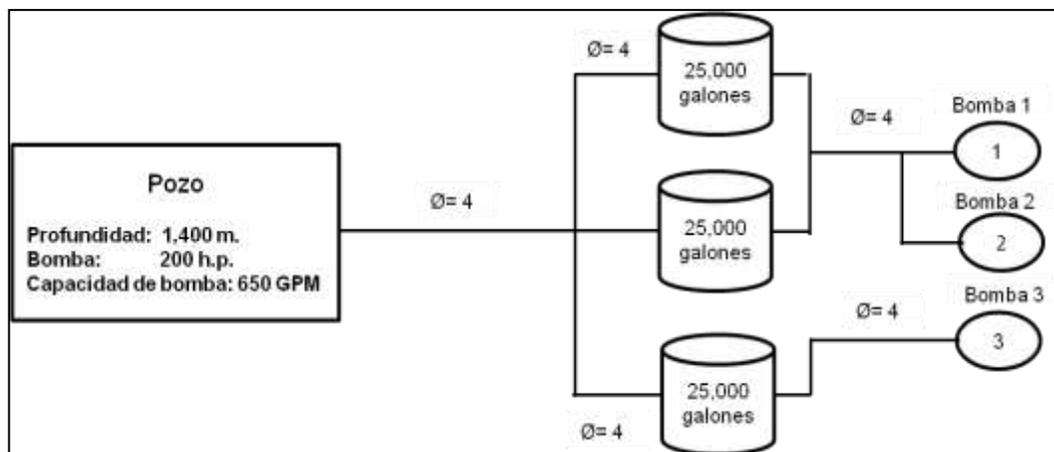
El pozo posee una profundidad de 1 400 metros aproximadamente, el agua es extraída conforme lo demande cada área, para lograr extraer el agua se utiliza una bomba de 200 caballos de fuerza con un caudal aproximado de 540 galones por minuto, el agua extraída es transportada por medio de una tubería de 4 pulgadas de diámetro a tres tanques de 25 000 galones de capacidad cada uno.

2.2.2. Diagrama de flujo

La figura 7 muestra el diagrama de flujo de la distribución del recurso hídrico desde que es extraído del pozo, hasta que es transportado a los 3 tanques de 25 000 galones que almacenan el agua que será utilizada para las diferentes actividades y procesos de la planta de producción, el agua de los tanques es extraída por tres bombas de 30 caballos de fuerza.

Las bombas 1 y 2 distribuyen el agua que posteriormente será convertida en agua suavizada y potable, mientras que la bomba 3 distribuye el agua hacia la planta de purificación.

Figura 7. Diagrama de flujo de distribución de agua



Fuente: elaboración propia.

Existen 2 medidores de flujo, un medidor de flujo para las bombas 1 y 2, y un medidor de flujo para la bomba 3, el medidor de las bombas 1 y 2 proporciona la cantidad de agua que es transformada en potable y suavizada, mientras que el medidor de la bomba 3 es exclusivamente para llevar el control del agua purificada o tratada.

2.2.2.1. Distribución de agua en la planta de producción

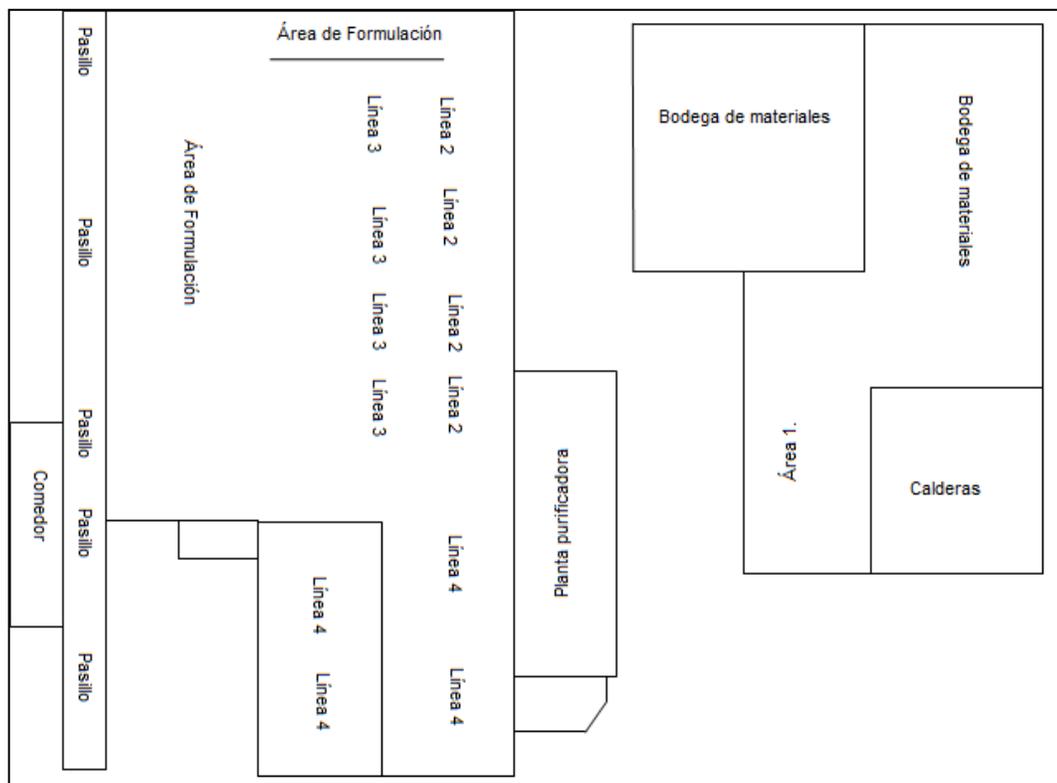
El agua que proviene del pozo es transportada hacia la planta por medio de tres bombas enumeradas e identificadas en la figura 7, las bombas 1 y 2 trasladan el agua hacia el área 1, mostrada en la figura 8, que es donde se encuentra el proceso de suavizado de agua, posteriormente por medio de 2 tuberías de 3 pulgadas de diámetro el agua es distribuida hacia las diferentes líneas de producción, principalmente a los pasteurizadores y tratamientos térmicos.

A partir del área 1 se transforma el agua proveniente del pozo en agua potable por medio de un dosificador de cloro, el agua potable es transportada por una tubería principal de 3 pulgadas de diámetro, que atraviesa toda la planta de producción, con ramificaciones de 1, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro, las cuales distribuyen el agua hacia los dispositivos utilizados para las diferentes actividades de limpieza y uso personal, dentro de las instalaciones de la planta de producción.

La bomba 3 distribuye el agua proveniente del pozo directamente a la planta de purificación de agua, en donde se obtiene como resultado el agua purificada o tratada, la cual es utilizada para la formulación y preparación de los alimentos.

Este tipo de agua es transportada por una tubería principal de 3 pulgadas de diámetro y las ramificaciones de 2 y 1 ½ pulgadas de diámetro se encuentran conectadas directamente en los tanque en donde se realizan las formulaciones y mezclas de los ingredientes de los productos.

Figura 8. **Planta de producción**



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Word.

2.3. Usos del recurso hídrico

Los usos que se le dan al recurso hídrico dentro de la empresa y principalmente en el área de bebidas, dependen del tipo de agua.

Las actividades y operaciones en donde se utiliza el agua suavizada son principalmente: calderas, procesos de pasteurizado, procesos térmicos, lavados CIP (*Cleaning in Place*).

Por otro lado el agua potable o clorada es utilizada para uso personal, es decir sanitarios y lavamanos, para realizar la limpieza externa de la maquinaria, mantenimiento de jardines y limpieza de los diferentes lugares de trabajo.

El agua purificada por el contrario es la que se utiliza exclusivamente para la preparación y formulación de los diferentes productos, tanto en el área de alimentos como en el área de bebidas.

2.3.1. Limpieza de maquinaria y alrededores

Las limpiezas de la maquinaria en cada línea se realiza dos veces por semana, por lo general los días miércoles y viernes.

La actividad de limpieza es realizada por un grupo de personas llamadas lavadores, los cuales están presentes en cada línea de producción, los lavadores realizan la limpieza iniciando con un pre-enjuague, el cual consiste en rociar con agua el área a lavar por aproximadamente 10 a 15 minutos, posteriormente lo lavan con detergente y por último un enjuague final con agua, en total la actividad y operación de limpieza dura alrededor de 40 a 45 minutos por línea de producción, dependiendo de la cantidad y tipo de producto producido. La actividad de limpieza se realiza de igual forma cuando es necesario, realizar un cambio de producto.

2.3.2. Preparación y formulación del producto

Para realizar la operación de preparación y formulación de los productos, el tipo de agua utilizado es el agua purificada, debido a que este tipo de agua es la que se encuentra libre de microorganismos, metales y diferentes organismos que puedan dañar la salud de los consumidores.

La cantidad de agua utilizada es difícil de estimar, debido a que depende directa y proporcionalmente de la demanda y programación de la producción de cada área o línea de producción.

2.3.3. Lavado CIP (*Cleaning in Place*)

El lavado CIP, es el tipo de limpieza que como sus siglas en inglés lo describen es realizada en el lugar de trabajo, es decir la maquinaria no es desarmada ni separada en las diferentes piezas y no es trasladada a un lugar diferente al momento de realizar la limpieza, si no que se hace en el mismo lugar o área de trabajo.

El sistema CIP puede ser descrito como la circulación de los líquidos de limpieza a través de máquinas, tuberías y otros equipos dentro de un circuito de lavado. Cuando se realiza este tipo de limpieza, la mezcla de agua, detergentes y desinfectantes pasa a gran velocidad y restriega la suciedad en los tubos, intercambiadores de calor, las bombas, las válvulas y demás equipos en un circuito cerrado. Para que un sistema CIP sea efectivo deberá de aplicarse una mezcla de detergentes y desinfectantes que remueva todo tipo de residuos presentes y que sea compatible con todas las superficies en el circuito, todas las superficies deben de ser accesibles y por último todos los componentes del circuito tienen que estar disponibles para ser lavados al mismo tiempo.

Las limpiezas y lavados CIP son realizadas los días miércoles y viernes, y esporádicamente cuando la programación de producción establece un cambio de producto un día diferente a miércoles y viernes. Los lavados CIP dependen del tamaño de la maquinaria, por lo general en las líneas de producción del Área de Bebidas la limpieza CIP dura entre 4 y 5 horas.

2.3.4. Procesos térmicos

Los procesos térmicos en la industria de alimentos son aplicados a los productos para asegurar y garantizar la destrucción de todos los microorganismos vivos que pueden llegar a deteriorar en un futuro la calidad del producto y llegar a perjudicar la salud del consumidor.

En la empresa debido a que el área de estudio es el área de bebidas, el proceso térmico aplicada previo a la operación de envase es el proceso de pasteurización, el cual se le aplica a los productos para garantizar la inocuidad y además asegurar que los productos con el paso del tiempo, no pierdan sus características organolépticas, prolongando así la vida del producto.

Posterior a la operación de llenado se le aplica al producto otro proceso térmico, el cual consiste en exponer el producto a una temperatura elevada por aproximadamente 30 minutos, asegurándose que todas las latas en el caso de la línea 2 y 3 lleguen a experimentar el mismo nivel de temperatura.

Esto con el objetivo de que si en el proceso de pasteurizado las bacterias y organismos microbiológicos no fueron eliminados al 100 por ciento eliminar el resto de los organismos, posteriormente se les rocía a las latas agua fría, para provocar un choque térmico y terminar de eliminar los microorganismos y bacterias, el tiempo del proceso térmico depende del producto que se esté produciendo. El tipo de agua utilizada para los procesos térmicos es agua suavizada.

2.3.5. Uso personal

Se refiere a los sanitarios y lavamanos instalados y utilizados por todo el personal de la empresa, adicional en este rubro ingresan al área de lavandería con que cuenta la empresa, la cual se encuentra en funcionamiento en los turnos diurno y nocturno, para este tipo de actividades la empresa utiliza el tipo de agua potable.

2.4. Marco legal aplicable a la empresa con respecto al recurso hídrico

Debido a que la legislación guatemalteca es muy pobre, con respecto al uso del recurso hídrico, la mayoría de los documentos legales únicamente describen las obligaciones que tienen las municipalidades y el gobierno, con respecto al uso y distribución del agua, sin embargo no contienen límites o especificaciones para las industrias, por lo tanto el marco legal aplicable a la Empresa es demasiado pequeño y pobre.

Las únicas normas y leyes que aplican a la empresa en donde se desarrolló el trabajo de graduación son:

- La Ley Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente
- Código de Salud
- Reglamento de las descargas y re-uso de aguas residuales y disposición
- Manual General del Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales
- NGO 29001 Agua Potable. Especificaciones
- NGO 29-005 Agua Envasada para Consumo Humano

3. ANÁLISIS Y TOMA DE DATOS

La propuesta para mejorar el uso del recurso hídrico, se define por medio de la metodología del ciclo de PHVA, las etapas que componen el ciclo son:

- Planificar (P)
- Hacer (H)
- Verificar (V)
- Actuar (A)

En la etapa de planificar, se desarrolló un diagnóstico de la situación actual de las líneas de producción que conforman el área de bebidas de la empresa, definiendo y estableciendo la cantidad de galones aproximados que se utilizan en cada actividad de limpieza, sanitización, formulación y preparación del producto entre otras, realizando un balance de los ingresos y egresos de galones de agua que se tienen en el área de bebidas, e identificando la cantidad óptima de galones de agua a utilizar en cada una de las actividades.

Para la definición del ingreso y egreso de galones de agua, se realizó la toma de datos en los medidores existentes en el área de bebidas, los datos obtenidos se encuentran contenidos en las tablas III y IV.

Tabla III. **Lectura diaria de medidores**

LECTURA DIARIA DE MEDIDORES			
Día	Medidor (bomba 1 y 2)*	Medidor (bomba 3)*	Total extraído de pozo*
1.	5 834,53	2 349,88	8 184,41
2.	5 627,57	2 438,93	8 066,50
3.	5 473,52	2 665,26	8 138,78
4.	5 669,82	2 906,02	8 575,84
5.	6 713,07	2 282,67	8 995,74
6.	7 664,80	3 602,04	11 266,84
7.	4 364,62	814,58	5 179,20
8.	6 506,50	2 349,49	8 855,99
9.	6 614,14	2 300,35	8 914,49
10.	7 340,97	2 431,13	9 772,10
11.	8 001,50	3 074,50	11 076,00
12.	7 572,50	2 834,00	10 406,50
13.	7 559,76	3,450,72	11 010,48
14.	8 194,81	3 330,21	11 525,02
15.	7 857,98	1 861,86	9 719,84
16.	8 242,78	3 192,02	11 434,80
17.	6 504,55	3 076,45	9 581,00
18.	7 774,91	3 107,78	10 882,69
19.	7 154,81	3 177,46	10 332,27

* Datos en galones.

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Lectura diaria de medidor de agua suavizada**

LECTURA DIARIA DE MEDIDOR DE AGUA SUAVIZADA			
Día	Mañana*	Tarde*	Total consumido*
1	21,149,108.47	21,151,206.35	2,298.14
2	21,156,021.16	21,158,291.01	3,044.46
3	21,162,452.38	21,163,931.22	2,359.98
4	21,178,341.27	21,181,058.20	3,207.24
5	21,195,846.56	21,198,563.49	2,934.24
6	21,212,492.06	21,216,412.70	4,901.48
7	21,224,116.40	21,225,526.46	1,790.74
8	21,237,494.71	21,239,489.42	2,285.39
9	21,246,883.60	21,248,809.52	3,368.41
10	21,255,619.05	21,257,820.11	3,635.48
11	21,281,722.22	21,285,367.72	5,221.00
12	21,293,896.83	21,297,404.76	4,831.31
13	21,306,759.26	21,310,301.59	4,174.78
14	21,319,518.52	21,322,923.28	4,817.03
15	21,332,518.52	21,335,785.71	4,973.71
16	21,370,693.12	21,373,685.19	4,229.86
17	21,382,867.72	21,385,550.26	3,401.18
18	21,394,423.28	21,397,724.87	3,587.33
19	21,405,772.49	21,409,314.81	4,349.63

* Datos en galones.

Fuente: elaboración propia.

3.1. Análisis del recurso hídrico

El recurso hídrico en las dos líneas de producción analizadas, está formado por agua potable, agua suavizada y agua purificada, proveniente de los tanques de tratamiento de agua purificada y de los suavizadores.

3.1.1. Análisis del balance hídrico

El concepto de balance hídrico, se deriva del balance utilizado en contabilidad, es decir, la sumatoria de todas las cantidades de agua utilizadas deben de ser igual a la cantidad de agua que ingresa en la unidad o al sistema en un intervalo de tiempo determinado.

Para realizar el análisis del Balance Hídrico de la empresa, se realizaron mediciones de los diferentes ingresos del recurso hídrico a la planta de producción, y mediciones de los galones utilizados para realizar las diferentes actividades, en un período estipulado de tiempo, las tabulaciones de los datos obtenidos se encuentran en la sección de anexos.

3.1.1.1. Determinación de la oferta

Oferta hídrica o disponibilidad hídrica, es la cantidad de agua con la que cuenta el sistema o unidad para hacer uso de ella. Para determinar la oferta hídrica de las dos líneas de producción analizadas, fue necesario realizar mediciones, tomando los datos obtenidos de los medidores principales de agua potable, agua suavizada y agua purificada total ingresada a la planta durante un período aproximado de 20 días.

La figura 9 muestra la gráfica de las cantidades en galones de los diferentes tipos de agua, como se puede observar la gráfica presenta patrones variados, los picos observados en la gráfica de agua potable, representan los días en los que se llevan a cabo las actividades de limpieza y sanitización de las diferentes líneas de producción del área de bebidas.

Para determinar la oferta hídrica con la que cuentan las líneas de producción, se asumió en base a volumen de producción y al indicador presentado por la empresa de 7 litros de agua consumidos por cada litro de producto producido, que el área de bebidas representa aproximadamente el 50 por ciento del total de agua utilizada por la planta de producción.

La oferta hídrica del área de bebidas está formada por la cantidad de galones de agua utilizados para la preparación de los productos, la cantidad de agua utilizada en los procesos térmicos y la cantidad de agua utilizada para la limpieza y sanitización de las líneas de producción, por lo tanto la oferta está formada por los tres tipos de agua, purificada, potable y agua suavizada.

La tabla V, muestra las cantidades en galones de agua purificada, agua suavizada y agua potable que forman la oferta hídrica del área de bebidas de la empresa.

Figura 9. **Gráfica de galones de agua extraídos del pozo**



Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Oferta hídrica área de bebidas**

ACTIVIDAD	AGUA SUMINISTRADA (galones)
Agua Potable	32 987,10
Agua Suavizada	69 411,38
Agua Purificada	39 419,50
OFERTA	141 817,98

Fuente: elaboración propia.

3.1.1.2. Determinación de la demanda

Como se ha descrito anteriormente el concepto de balance hídrico se deriva del balance utilizado en contabilidad, el concepto de demanda hídrica proviene también del concepto de demanda manejado en contabilidad y economía, como demanda hídrica se entiende la cantidad de agua que será utilizada por el sistema en sus diferentes actividades.

En el área de bebidas la demanda hídrica está formada por, la cantidad de agua utilizada para la producción de los néctares y jugos, el agua utilizada para realizar la limpieza externa de la maquinaria, pisos; el agua utilizada para realizar la sanitización de los equipos y el agua utilizada para la pasteurización de los productos y los procesos térmicos.

La demanda del área de bebidas, fue definida en base al monitoreo realizado durante el período de estudio, del tiempo en que se realiza cada actividad o proceso y el caudal promedio utilizado por cada actividad, para conocer el caudal promedio de agua utilizado fue necesario realizar el aforo en varias tuberías, principalmente en la tuberías que contienen los dispositivos como grifos y mangueras, utilizados para distribuir el agua dentro del área.

Los diferentes usos del agua en el área de bebidas, junto con la cantidad de galones utilizados aproximadamente en cada una se encuentran descritos en la tabla VI.

Tabla VI. **Demanda hídrica área de bebidas**

ACTIVIDAD	AGUA SUMINISTRADA (galones)
Producción	39 419,5
Lavado CIP y Procesos Térmicos	52 838,38
Control de sellos	2 864,42
Enjuagues por cambio de producto	15 099,83
Lavado de drenajes	2 213,12
Limpieza exterior de maquinaria y equipo	21 083,18
Limpieza de pisos y alrededores	8 110,25
Usos (Demanda)	141 628,70
Pérdidas	189,27
	<u>141 817,98</u>

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla IV existe una actividad descrita como pérdidas, la cual representa las pérdidas de agua producidas por fricción en las tuberías y las fugas que existan en las mismas.

3.1.1.3. Diagrama de Pareto

El análisis o diagrama de Pareto, es una representación gráfica de los diferentes factores o problemas que pueden afectar a un proceso, el cual ayuda a identificar cuáles es el grado de importancia que tiene cada uno de ellos y como consecuencia poder determinar la prioridad con la cual se deben de solucionar o tomar acciones para mitigar sus efectos.

En un análisis de Pareto los datos se identifican y miden en escalas comunes, luego es necesario acomodarlos en orden ascendente, creando una distribución acumulada, la mayoría de las veces 20 por ciento de las causas identificadas representan el 80 por ciento o más del total de las causas.

El diagrama en este caso fue utilizado para analizar diferentes problemas que se presentan en el área de bebidas de la empresa, con respecto al uso desmedido del recurso hídrico, el mismo se realizó con el objetivo de conocer cuáles de las actividades que utilizan el recurso hídrico en el área de bebidas, representan y consumen la mayor cantidad de agua, la tabla VII muestra las actividades clasificadas y ordenadas de forma ascendente para posteriormente construir el gráfico de la figura 10.

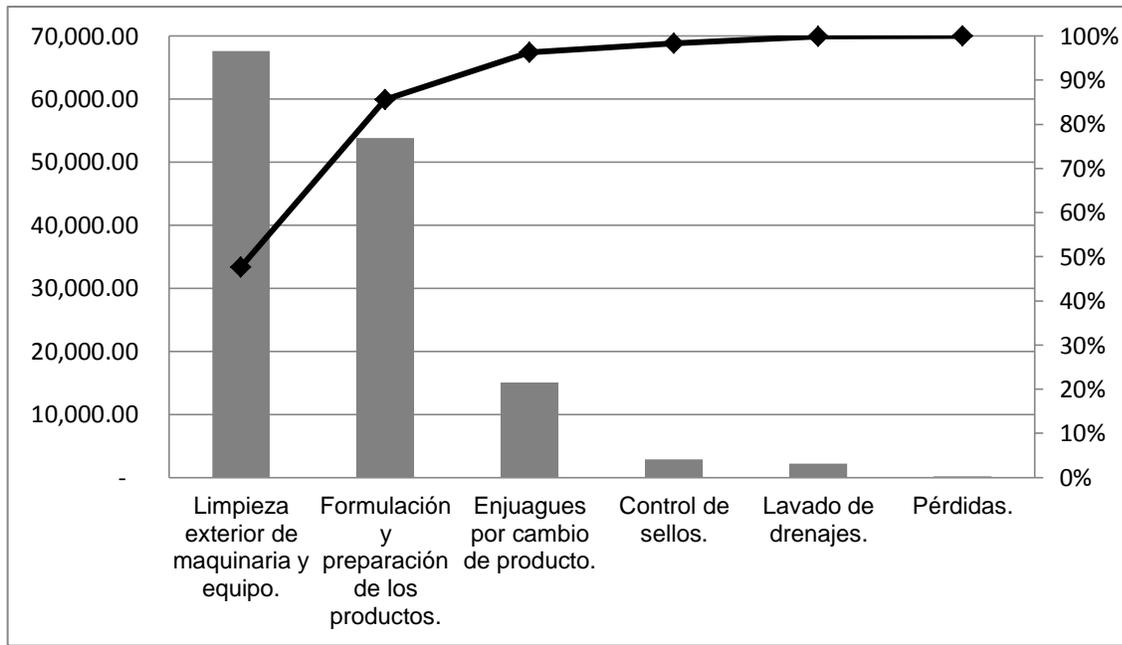
Tabla VII. Datos para diagrama de Pareto

Actividades	Cantidad de galones de agua utilizada	% de agua utilizado	Cantidad de galones (Acumulado)	% de agua utilizado (acumulado)
Limpieza exterior de maquinaria y equipo.	67 612,26	48%	67 612,26	48%
Formulación y preparación de los productos.	53 838,00	38%	121 450,26	86%
Enjuagues por cambio de producto.	15 099,83	11%	136 550,09	96%
Control de sellos.	2 864,42	2%	139 414,51	98%
Lavado de drenajes.	2 213,13	2%	141 627,64	100%
Pérdidas.	189,09	0%	141 816,73	100%
Total de demanda.	141 816,73			

Fuente: elaboración propia.

Aplicando la regla 80-20 al gráfico de la figura 10, se puede deducir que el 20 por ciento de las actividades, consume el 80 por ciento del total del recurso hídrico que ingresa al área de bebidas. Las actividades que representan el 20 por ciento son: la limpieza de exteriores y maquinaria dentro del área de bebidas y el uso de agua purificada.

Figura 10. Diagrama de Pareto área de bebidas



Fuente: elaboración propia.

El agua utilizada en la formulación y preparación de los productos, posee un patrón variable, esto debido a que depende directamente de los planes de producción, por lo tanto la cantidad de este tipo de agua aumentará en el tiempo de mayor demanda, el cual corresponde a los meses de enero-octubre; mientras que los meses restante la cantidad de agua consumida por esta actividad disminuirá, es debido al comportamiento variado que este tipo de agua no es tomada en cuenta al momento de definir la propuesta.

La actividad de limpieza externa y maquinaria, es la que consume la mayor cantidad del recurso hídrico del área de bebidas, aun más que la cantidad del recurso hídrico que se utiliza para producir el producto, es por ello que las mejoras y el análisis de los datos se centrará en reducir el consumo del recurso hídrico en esta actividad.

3.1.1.4. Diagrama Causas-Efecto

Analizando el problema descrito anteriormente, sobre el cual se puede actuar de forma inmediata para reducir el consumo del recurso hídrico en el Área de Bebidas, es necesario desglosar las posibles causas que lo provocan y de esta forma poder definir las acciones a tomar.

Los diagramas de causas-efecto, son también conocidos como diagramas de espina de pescado o diagramas de Ishikawa, el cual consiste en definir la ocurrencia de una actividad, evento o problema, es decir el efecto, como la cabeza del pescado; posteriormente se identifican los factores que contribuyen a la actividad, evento o problema, es decir las causas, como el esqueleto del pescado.

Para poder identificar las causas, que tienen como resultado el consumo excesivo del recurso hídrico en la actividad de limpieza externa y maquinaria, se pueden identificar las siguientes variables macro: materiales, maquinaria, mano de obra, medio ambiente, método y mediciones.

La figura 11, muestra el diagrama de causas-efecto de la limpieza externa y maquinaria realizada en el área de bebidas, las causas principales y secundarias del problema del consumo excesivo del recurso hídrico, se encuentran descritas en la tabla VIII.

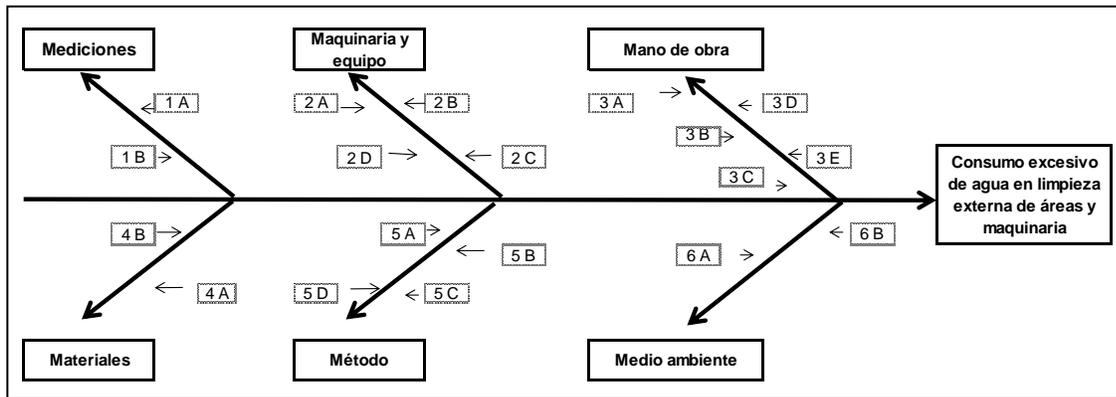
Como se puede observar en la tabla VIII, la mayor cantidad de causas detectadas han sido por mano de obra y método, esto debido principalmente a que las actividades de limpieza no cuentan con un procedimiento o instructivo descrito, que indique la forma adecuada de realizar dicha actividad, como por ejemplo: la limpieza exterior de la maquinaria, cada vez es realizada de manera distinta y con duración de tiempo diferente, dependiendo del operario o lavador, como se les conoce a las personas encargadas de la limpieza; otra de las causas que producen el efecto del consumo desmedido de agua es la falta de una cultura de ahorro por parte de todos los involucrados, analizando el diagrama se puede evidenciar que la causa principal del efecto es el mal manejo del recurso hídrico en el área de bebidas.

Tabla VIII. **Causas principales y secundarias**

No.	Variables	No.	Causas secundarias
1	Mediciones	1 A	No se tienen indicadores de consumo
		1 B	No existen lecturas de consumo de agua
2	Maquinaria y equipo	2 A	No existen medidores de caudales en los puntos clave
		2 B	Falta de pistolas de presión en cada una de las mangueras utilizadas
		2 C	Tuberías no identificadas
		2 D	Equipo y maquinaria en mal estado.
3	Mano de obra	3 A	Hábitos de consumo
		3 B	Falta de compromiso e interés con la política de medio ambiente
		3 C	Falta de cultura de ahorro
		3 D	Personal no se encuentra calificado en la forma de realizar la limpieza
		3 E	Desconocimiento de la existencia de indicadores de consumo de agua.
4	Materiales	4 A	Falta de herramienta, como escobas, pistolas de presión
		4 B	No existen comunicación visual para motivar una cultura de ahorro.
5	Método	5 A	Falta de manuales, procedimientos o instructivos
		5 B	No se tienen los lineamientos claros de cómo realizar la limpieza
		5 C	Diferentes formas de realizar la misma actividad
		5 D	Mal manejo del recurso hídrico.
6	Medio ambiente	6 A	Falta de involucramiento de la alta gerencia
		6 B	Pozo propio y abundante recurso hídrico

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Diagrama de Causas-Efecto



Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Demanda óptima

Antes de definir y establecer la demanda óptima de agua a gastar en el Área de Bebidas, es necesario establecer si los datos obtenidos por medio de las mediciones durante el transcurso de 20 días en un horario de 8 de la mañana a 3 de la tarde, se encuentran dentro del intervalo y tienen coherencia con los consumos históricos de la planta; debido a que los datos históricos se encuentran únicamente por día (24 horas) y la muestra fue tomada durante un período de 7 horas, se asumió que el consumo de las 7 horas representa el 26,62 por ciento del consumo de las 24 horas.

En la tabla VIII, se pueden observar los datos del consumo de agua diario, del área de bebidas, los cuales son necesarios para establecer el intervalo de confianza y corroborar que los datos de la muestra son representativos.

Tabla IX. **Datos muestrales del consumo de agua**

Media muestral (X)	7 365,12 galones de agua por día.
Desviación estándar (S)	1 221,04 galones de agua.
Número de datos (n)	19
Media histórica (μ)	10 329,28 galones de agua por día.

Fuente: elaboración propia.

Definiendo el intervalo de confianza para verificar si la muestra se encuentra dentro del rango de los datos históricos, tenemos como resultado:

$$x \pm z_{\frac{\alpha}{2}} \left(\frac{S}{\sqrt{n}} \right)$$

$$7\,365,12 \pm 2,1009 \left(\frac{1\,221,040}{\sqrt{19}} \right)$$

Intervalo: 8 021,11 < x < 6 7091

Observando el intervalo se puede afirmar con un 90 por ciento de confianza que los datos de la muestra si son representativos de los datos históricos.

Para lograr establecer la demanda óptima del recurso hídrico a consumir, en el área de bebidas, se utilizó el método de programación lineal, por lo que fue necesario plantear un modelo matemático, en el cual se involucraran las variables de los tipos de agua y sus diferentes usos.

Un modelo de programación lineal debe de tener tres componentes básicos:

- Las variables de decisión que se tratan de determinar, que en este caso las variables son los tres tipos de agua utilizados en el área de bebidas.
- El objetivo o meta que se desea optimizar, que en este caso se desea optimizar en un 2 por ciento el consumo total.
- Las restricciones que se deben de satisfacer, las cuales están representadas por los porcentajes de agua utilizados para desarrollar cada actividad.

Las relaciones entre las actividades y tipos de agua, quedan de la siguiente manera, el agua suavizada por sus propiedades y calidad es utilizada únicamente para el funcionamiento de las calderas, los lavados CIP y los procesos térmicos de las diferentes líneas de producción, en la actualidad el agua suavizada es utilizada en el área de formulación de la línea 2, para realizar la actividad de limpieza.

El agua potable es la que tiene mayores usos, entre ellos: las limpiezas externas de la maquinaria, la limpieza del área, entre otros y por último el agua purificada es utilizada únicamente para la preparación y formulación de los productos (producción).

En el modelo de programación lineal diseñado, no se tomó en cuenta la variable del tipo de agua purificada, debido a que este tipo de agua depende de los pronósticos de venta de cada producto, por lo tanto la cantidad de galones cambiará constantemente; el tipo de agua potable está representado por la variable X_{pot} y el agua suavizada por X_s .

Las relaciones y restricciones del modelo de programación lineal quedan de la siguiente manera:

- Procesos térmicos $0,76 X_s \leq 52\ 838,00$
- Limpiezas exteriores y de maquinaria $0,02 X_s + 0,60 X_{pot} \leq 21\ 083,00$
- Control de sellos $0,08 X_{pot} \leq 2\ 864,00$
- Enjuagues por cambio de producto $0,20 X_s \leq 15\ 100,00$
- Limpieza de pisos $0,24 X_{pot} \leq 8\ 110,00$
- Lavado de drenajes $0,06 X_{pot} \leq 2\ 213,00$
- Disponibilidad de agua suavizada $X_s \leq 69\ 411,38$
- Disponibilidad de agua potable $X_{pot} \leq 32\ 987,10$
- Demanda actual $X_s + X_{pot} \leq 102\ 398,00$
- Demanda con 2 por ciento menos $X_s + X_{pot} \geq 100\ 350,50$

La matriz de los datos del modelo de programación lineal diseñado para establecer la demanda óptima de agua, se encuentra en la tabla X.

Uno de los principales requisitos para que el modelo de programación lineal funcione y brinde la demanda óptima de agua a consumir es, establecer la función objetiva, por medio de la cual se establece la meta y objetiva a alcanzar.

En el modelo, la función objetivo a minimizar es la siguiente:

$$Z_{\min} = (C_s \times X_s) + (C_{\text{pot}} \times X_{\text{pot}})$$

Tabla X. **Matriz de datos**

Actividad	Xs	Xpot	Cantidad de agua demandada actualmente
	Suavizada	Potable	
Lavados CIP y procesos térmicos	0,76	-	52 838
Limpiezas exteriores de maquinarias	0,02	0,60	21 083
Control de sellos	-	0,08	2 864
Enjuagues por cambio de producto	0,20	-	15 100
Limpieza de pisos	-	0,24	8 110
Lavado de drenajes	-	0,06	2 213
Disponibilidad de agua	69 411,38	32 987,10	102 398

Fuente: elaboración propia.

Para establecer la función objetivo del modelo, se ha asumido una relación de los costos de los dos diferentes tipos de agua de 2 a 1, es decir el costo de agua suavizada es el doble del agua potable, por lo tanto la función objetivo queda de la siguiente manera:

$$Z_{\min} = (2 \times X_s) + (1 \times X_{\text{pot}})$$

Para encontrar la solución óptima del modelo de programación lineal planteado, se utilizó el programa de *Win QSB*, en el cual es necesario introducir únicamente la matriz de los datos, descrita en la tabla X y la función objetivo.

La solución óptima encontrada por el programa de *Win QSB*, se muestra en la tabla VII, las variable de agua potable X_{pot} , está representada en la figura como X_2 , la variable de agua suavizada está representada en la solución óptima como X_1 y cada restricción está identificada como C_n .

La solución óptima brindada por el programa, indica que para lograr disminuir en un 2 por ciento el consumo total del recurso hídrico en el área de bebidas, es necesario consumir únicamente 67 460,88 galones de agua suavizada y 32 889,64 galones de agua potable, lo cual es suficiente para satisfacer la demanda de agua solicitada por cada actividad realizada en el área de bebidas.

Tabla XI. **Solución óptima**

Variable de decisión	Valor solución	Costo unidad o ganancia	Total	Costo reducido
X1	67 460,88	2,00	134 921,80	0
X2	32 889,64	1,00	32 889,64	0
Función	objetivo	[Min]	162 811,40	
<hr/>				
Constante	Limite izquierdo	Dirección	Límite derecho	Limitante
C1	51 270,27	<=	52 838,00	1 567,73
C2	21 083,00	<=	21 083,00	0
C3	2 631,17	<=	2 864,00	232,82
C4	13 492,17	<=	15 100,00	1 687,82
C5	7 893,51	<=	8 110,00	216,48
C6	1 973,37	<=	2 213,00	239,62
C7	32 889,64	<=	32 987,10	97,46
C8	67 460,88	<=	69 411,38	1 950,51
C9	100 350,50	<=	102 398,00	2 047,49
C10	100 350,50	>=	100 350,50	0

Fuente: elaboración propia.

4. PROPUESTA E IMPLEMENTACIÓN DE LA MISMA

4.1. Introducción

La problemática del consumo excesivo de agua es cada vez más apremiante en un proceso de producción, debido a que esto influye en un crecimiento en los costos de mantenimiento y por lo tanto en los costos del producto, debido a que en algunos procesos no constituye únicamente un recurso necesario para lograr el buen funcionamiento sino también como materia prima para la fabricación del producto.

Las buenas prácticas para el manejo del agua son utilizadas por las diferentes empresas para encontrar la manera de llegar a la demanda óptima del recurso hídrico en cada uno de sus procesos productivos.

El objetivo de esta propuesta es lograr disminuir en un 2 por ciento la cantidad de agua utilizada en el área de bebidas.

La etapa de hacer del ciclo PHVA, está representada en la propuesta por la implementación, lo primero que se debe de realizar para implementar la propuesta y lograr la disminución del consumo de agua en el área de bebidas, es crear dentro del área un equipo o comité de personas, encargado de velar por el uso racional del agua, a quienes se les debe de brindar los recursos financieros para que se puedan desarrollar las mejoras planteadas.

El equipo de personas designado para velar por el ahorro y uso eficiente del agua en el área de bebidas, debe de contar con todo el apoyo de la gerencia general y el gerente del área de bebidas.

- Debe contar con recursos financieros y la suficiente autoridad para implementar los cambios necesarios para realizar las mejoras planteadas.
- Debe de ser un grupo multidisciplinario, formado por personas que realicen cada una de las actividades en las cuales el recurso hídrico es el principal motor.
- El jefe o líder debe de tener un conocimiento en Producción más Limpia (P+L) y uso eficiente en el consumo del agua.
- El equipo debe de estar entrenado en Producción más Limpia, uso del agua y técnicas administrativas en la formulación de proyectos y trabajo en equipo.
- Deben de ser capaces de identificar oportunidades, desarrollarlas, implementarlas, transmitir y difundir los resultados obtenidos.

4.2. Opciones de mejora

Luego de analizar los datos obtenidos durante el proceso de medición comprendido de octubre de 2011 a diciembre de 2011, es posible definir las mejoras a aplicar en el área de bebidas, para alcanzar la demanda óptima, utilizando como base las buenas prácticas para el manejo del agua.

Las soluciones y alternativas planteadas y descritas en la propuesta están enfocadas a realizar cambios en la tecnología y equipo de trabajo y mejoras en los métodos y formas de realizar cada una de las actividades.

Entre las mejoras a implementar se encuentran: instalación de medidores de flujo en cada una de las entradas de tuberías de agua de las dos líneas de producción, la creación de manuales de procedimientos y funciones de las diferentes actividades y operaciones en donde se utiliza el recurso hídrico, la creación de un programa de limpieza y establecer el cronograma de las capacitaciones que se deben brindar al personal operativo.

4.2.1. Identificación y mantenimiento de tuberías de agua

La necesidad de realizar una identificación y mantenimiento de las diferentes tuberías de agua, surge debido a que es una de las causas encontradas en el diagrama de causas-efecto.

El no tener identificadas las diferentes tuberías, trae como consecuencia que en ocasiones cuando es necesario la instalación de algún dispositivo de distribución de agua, es decir, grifos, válvulas; se realiza la derivación de una tubería sin darse cuenta del tipo de agua que transporta la tubería, es por eso que se ha encontrado que en la línea de producción número 2, es utilizada el agua suavizada para realizar la actividad de limpieza de pisos, esto provoca un costo excesivo debido a que el costo de agua suavizada es mayor al costo de agua potable.

En la actualidad en el área de bebidas, las tuberías que se encuentran identificadas únicamente son las de aire comprimido, vapor y agua en general, pero no se especifica qué tipo de agua fluye en cada tubería.

La mayoría de las normas que tratan específicamente de la identificación de tuberías, establecen que el color que identifica las tuberías de agua es el color verde, pero es importante tomar nota, que en el caso del Área de Bebidas no se utiliza únicamente un tipo de agua, son utilizados tres tipos de agua, agua purificada, agua potable y agua suavizada.

Para lograr identificar las tuberías de los tres tipos de agua se propone que cada tubería además de estar pintada de color verde, debe de contener las siguientes especificaciones:

- Leyenda: nombre completo del tipo de agua, que fluye en la tubería, la leyenda deberá de pintarse sobre el color de identificación básico, las letras deben de estar pintadas de color blanco o negro ejemplo: agua suavizada.
- Color de seguridad: establecido por la norma que se tome de referencia, los cuales son colocados por encima del color de identificación básico, esto aplica principalmente para las tuberías en las cuales circule algún fluido peligroso.
- Dirección y sentido de circulación del flujo: la dirección se debe de indicar mediante flechas pintadas sobre el color de identificación básico, las flechas al igual que las letras de la leyenda deben de estar pintadas de color negro o blanco.

A lo largo del tiempo, si a la tubería no se le ha aplicado el mantenimiento adecuado presenta defectos y daños como: disminución de diámetro, aumento de rugosidad y paredes sucias, lo cual trae como consecuencia fisuras, pérdidas volumétricas de agua, disminución en la capacidad de transporte, contaminación de las aguas. Todos estos problemas provocan un incremento en los costos de mantenimiento, debido a que ya se debe de brindar un mantenimiento correctivo.

El mantenimiento que se le debe de aplicar a las tuberías del área de bebidas, debe de ser de tipo preventivo, iniciando con la definición e implementación de un plan de mantenimiento de tuberías como el establecido en la figura 12, asignando una persona responsable de llevar el control del mismo.

Adicionalmente se deben de desarrollar, procesos, manuales o instructivos de mantenimiento de tuberías, los cuales deben de ser gestionados, aprobados y controlados por el Departamento de Ingeniería y Mantenimiento.

En la actualidad el área de bebidas cuenta con un único medidor de caudal, específicamente del tipo de agua purificada, la cual es utilizada para la formulación y preparación de los néctares y jugos, lamentablemente no es posible conocer la cantidad exacta, que se consume de agua potable y agua suavizada.

4.2.2.1. Identificación de las áreas de instalación de los medidores

La planta de producción de la Empresa, posee únicamente medidores en las tuberías principales de los diferentes tipos de agua, es decir, existen dos medidores en las salidas de los tanques que almacenan el agua que es extraída del pozo, según lo mostrado en la figura 7, un medidor en la tubería de salida del proceso de suavizado de agua y un medidor en el área de formulación.

Para llevar un control adecuado del consumo diario y mensual del recurso hídrico en las diferentes actividades de producción del área de bebidas, es necesario la instalación de un medidor en la tubería de entrada de cada tipo de agua, es decir, agua potable y agua suavizada, en cada una de las líneas de producción y un medidor en el circuito de tuberías de lavado CIP.

Esto con el objetivo de que el equipo designado y la persona encargada de velar por el cumplimiento de que el consumo de agua disminuya, verifique todos los días el consumo y el dato que presenta cada medidor, para posteriormente crear un registro, como el mostrado en la figura 13 y establecer en cuales actividades o procesos se consume la mayor cantidad de agua.

El instalar los medidores en las entradas de cada tubería a las líneas de producción ayudará en un futuro a reducir los rangos de alto consumo. Adicionalmente ayudará a la creación de un indicador, el cual deberá ser monitoreado cada cierta frecuencia.

Figura 13. **Registro diario de medidores**

Responsable: _____			
Medidor No _____			
Línea de producción _____		Semana _____ al _____	
Día	I Mañana (galones)	II Tarde (galones)	II-I Total consumido (galones)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Fuente: elaboración propia.

4.2.3. **Limpieza de áreas y maquinaria**

Las actividades de limpieza y sanitización de la maquinaria y equipo en el Área de Bebidas, son realizadas por un grupo de aproximadamente 10 personas y con una frecuencia de dos días a la semana específicamente los días miércoles y viernes y en casos especiales cuando se realiza un cambio de producto en las líneas de producción.

Los objetivos a cumplir principalmente al momento de llevar a cabo la limpieza y sanitización de los equipos son:

- Asegurar la inocuidad en cada maquinaria y equipo
- Restablecer el normal funcionamiento de las instalaciones
- Prolongar la vida útil de las instalaciones y equipo
- Asegurar la calidad óptima de los alimentos frente a las sustancias químicas

4.2.3.1. Mejores prácticas de trabajo

Para asegurarse que las actividades y el trabajo son desarrollados de la manera adecuada, es necesario contar con el apoyo de la alta directiva, que en el caso del área de bebidas está representada por el supervisor de cada línea de producción y el gerente del área de bebidas.

Una de las primera acciones a tomar referente a lograr la disminución del consumo del recurso hídrico, es la creación de un equipo de trabajo encargado de velar por la disminución del consumo de agua en las diferentes actividades, debido a que posiblemente el mayor obstáculo encontrado y observado durante el período de medición es la falta de una cultura de ahorro por parte de todos los operarios e involucrados en el funcionamiento del área de bebidas.

La persona encargada de velar por la disminución y optimización del consumo de agua debe de realizar un listado de absolutamente todos los equipos, instrumentos, dispositivos de distribución; que sean necesarios para realizar las actividades en donde es utilizado el recurso hídrico.

Posteriormente desarrollar los instructivos de cada una de las actividades o procesos que utilicen agua, principalmente los de limpieza y sanitización que es en donde se consume la mayor cantidad de agua. Los instructivos deben de ser claros, concisos y deben describir quien es la persona encargada de realizar cada actividad, adicionalmente se debe de desarrollar un cronograma y registro para llevar el control adecuado de cada actividad.

Actualmente el tiempo de duración de cada actividad de limpieza y sanitización, depende de dos factores principales: la persona encargada de realizar la limpieza y el tipo de maquinaria, equipo o área de trabajo que se esté limpiando o sanitizando, es por estos dos factores que es necesario la elaboración de los diferentes instructivos de limpieza y sanitización.

En los lavados CIP, existe una probabilidad de disminuir el consumo de agua, para lo cual es necesario realizar una evaluación de la duración y cantidad de agua utilizada en cada etapa del proceso y además realizar con cierta frecuencia pruebas microbiológicas en cada una de las etapas del proceso CIP, para establecer así el tiempo óptimo de cada operación.

Una de las principales acciones de la persona encargada de velar por la disminución y optimización del recurso hídrico es sembrar en cada uno de los operarios y personas relacionadas con las diferentes actividades que utilizan el recurso hídrico en el área de bebida, la cultura de ahorro de agua y lograr informar el importante papel que tienen cada uno de ellos en el logro y alcance de los objetivos, haciéndoles saber que el ahorro en el consumo de agua no representa solamente una mejora o ahorro de costos para la empresa, sino que se está ayudando a que el planeta tierra sobreviva y dure por mucho más tiempo.

Las mejoras propuestas principalmente en las actividades de limpieza y sanitización, además de la creación de instructivos de limpieza son:

- Realizar una limpieza en seco previo a realizar la limpieza con agua, lo cual conduce a una mayor recuperación de los residuos sólidos y la disminución en el consumo de agua. En el piso o en las áreas en donde se cae el producto que no entra en el envase al momento de llenar por ejemplo, es posible secar el piso y barrer con escoba previo a realizar la limpieza con agua y jabón.
- Advertir al personal que no deje las mangueras y las llaves constantemente abiertas si no se están utilizando.
- Lavar los equipos cada cierto número de ciclos de producción, el lavado de los pisos realizarlos únicamente al inicio y al final del día, o cuando suceda algún incidente.
- Disminuir los tiempos de lavado CIP y enjuagues que se le hacen a la maquinaria cada vez que ocurre un cambio de producto, para implementar esta mejora es necesario realizar pruebas pilotos con los diferentes tiempos, realizando análisis microbiológicos para estimar en que tiempo el equipo se encuentra libre de bacterias y listo para comenzar a funcionar con nuevo producto.
- Reducir el consumo de agua en los equipos o procesos de limpieza, hasta el punto en el que llegue a afectar y atentar la inocuidad de los productos, para determinar así el consumo óptimo del recurso hídrico.

4.2.3.2. Establecimiento de un plan de trabajo de limpieza

El mantener superficies y un ambiente limpio es esencial para asegurar la calidad e inocuidad de los alimentos, para lograrlo es necesaria la implementación de un plan de trabajo de limpieza.

El plan de trabajo de limpieza permite al encargado o supervisor de cada línea verificar y revisar las tareas de la limpieza que son realizadas periódicamente y de esta manera poder llevar un control y verificar que se estén realizando en el tiempo establecido.

Para poder implementar el plan de limpieza, es necesario que el área de bebidas ya cuente con los manuales y procedimientos de las diferentes actividades y operaciones en donde se utilice el recurso hídrico, el éxito gira alrededor de contar con los utensilios adecuados para realizar las actividades y que éstas se lleven a cabo en el tiempo y día establecido.

4.2.3.2.1. Definición de actividades

Las actividades incluidas en el plan de limpieza, incluyen la limpieza de todo lo que esté y no en contacto con el producto, entre las principales actividades que se deben de incluir se encuentran:

- Limpieza de pisos y alrededores de las tres líneas de producción.
- Limpieza y sanitización de la maquinaria y equipo que se encuentre en contacto con el producto (Lavados CIP).

Cuando se inicie a describir las actividades, se debe de incluir: quién es la persona encargada de realizar la actividad, cuáles productos y equipos son necesarios para llevar a cabo la actividad, área en donde se realiza la actividad.

Para que las actividades se realicen de la forma descrita en el plan de limpieza, el personal encargado debe contar con: el equipo necesario es decir, escobas, cepillos, mangueras; los productos de limpieza y desinfección deben estar aprobados por el supervisor y líder del equipo, y por último la persona encargada de realizar la actividad, debe de estar debidamente capacitada en los manuales y procedimientos de la actividad llevada a cabo.

4.2.3.2.2. Cronograma

La frecuencia con la que se realiza la limpieza en los equipo y lugares de trabajo en el área de bebidas pueden ser diarias o periódicas, dependiendo del tipo de limpieza y necesidad que se requiera satisfacer, todas las actividades que no son realizadas diariamente deben de estar incluidas en el Plan de trabajo de limpieza, la frecuencia de la operación puede variar dependiendo de la temporada del año y temporada de demanda.

Para llevar un control adecuado de la limpieza, es necesario establecer un cronograma de las actividades, definiendo la frecuencia en que debe de realizarse cada actividad y tiempo de duración de la misma.

La frecuencia y duración de la limpieza depende de: la concentración de los productos de limpieza y desinfección, el tipo de superficie que se esté limpiando, el tipo de suciedad, la temperatura y presión del agua y la persona encargada de realizar la actividad.

Las actividades que se deben de realizar diariamente son: la limpieza del piso de cada línea de producción, limpieza de los recipientes de basura para evitar cualquier tipo de mal olor o plaga, limpieza de ventanas y paredes.

Las actividades de limpiezas CIP y sanitización específicamente, deben de realizarse como máximo dos veces por semana, o alternar un día sí y un día no, debido a que este tipo de actividad es la que consume una gran cantidad de galones de agua; una limpieza CIP dura aproximadamente de 4 a 5 horas. Una buena manera de reducir el consumo de galones de agua en los lavados y limpiezas CIP, es realizando pruebas del PH de la maquinaria durante cada dos o tres minutos, los datos obtenidos tabularlos y graficarlos, cuando el PH sea neutro, esto indicara que la superficie está limpia y sanitizada, reduciendo un minuto del proceso de lavado CIP se puede tener un ahorro de 2 a 3 por ciento lo cual se traduce a miles de galones de agua.

Al momento de establecer y definir el cronograma de las actividades de limpieza, se debe de realizar en coordinación y de la mano del programa de producción de las diferentes líneas, esto con el objetivo de lavar los equipos inmediatamente después de finalizar la producción, para evitar que los residuos de ingredientes se sequen sobre las superficies y requieran posteriormente mayor cantidad de agua para su remoción.

4.2.3.3. Equipos a utilizar

Tanto las prácticas de trabajo como el equipo utilizado para realizar cada actividad en las que se consume el agua, son de suma importancia para lograr y alcanzar la meta de disminuir y optimizar el uso del recurso hídrico.

Entre los equipos e instrumentos utilizados para distribuir el recurso hídrico se encuentran: grifos, mangueras de $\frac{3}{4}$ de pulgadas de diámetro, cubetas y pistolas de presión reductoras del consumo de agua. Lamentablemente no todas las mangueras utilizadas para realizar las limpiezas de la maquinaria, pisos y área de trabajo poseen pistolas de presión para reducir el consumo, al momento de instalar las pistolas al final de cada manguera el consumo de agua se podrá ver reducido en casi un 50 por ciento, debido a que el agua ya no será desperdiciada cuando no se esté utilizando.

El montaje de pistolas al final de las mangueras permite que el agua no fluya mientras no se esté utilizando, además de asegurar que el agua salga con mayor presión y fuerza, por lo tanto, la cantidad de agua utilizada disminuye notablemente en comparación con las mangueras que no cuentan con este dispositivo.

4.2.4. Capacitación al personal operativo

Diseñar e implementar un plan de capacitación sobre las técnicas adecuadas del uso eficiente del agua en las distintas operaciones y actividades, que hagan uso de ella; indicando al personal encargado cómo se debe de realizar y en cuánto tiempo, en general explicándole los diferentes instructivos creados.

La capacitación consistirá en, proporcionar formación a los colaboradores que se encuentran involucrados directamente con el consumo del recurso hídrico en el área de bebidas. El proceso de formación tendrá como beneficios la modificación sistemática del comportamiento de los colaboradores para que se puedan alcanzar los objetivos de la propuesta planteada.

Además de las capacitaciones se deben de diseñar planes de motivación para lograr que los empleados propongan nuevas tecnologías, metodologías y prácticas orientadas a la minimización en el uso del agua y de esta manera lograr que los empleados se comprometan con las metas de la empresa y vean el importante papel que juegan en el éxito del objetivo principal.

El compromiso de todos los involucrados es esencial para lograr el éxito de la propuesta, esto debido a que en ellos recae la responsabilidad de lograr disminuir los despilfarros y malos usos del recurso, los cual traen como consecuencia pérdidas económicas para la empresa.

Los planes de motivación deben de tener un incentivo que promueva la búsqueda y el desarrollo de las prácticas innovadoras orientadas hacia el uso eficiente del agua, recordando que un incentivo no debe de ser necesariamente dinero, con el simple hecho de crear una cartelera en donde se indique cual de las dos diferentes líneas de producción con que cuenta el área de bebidas es la que apoya y cumple de mejor manera las prácticas de trabajo, es suficiente para influir en la conducta y compromiso de los empleados.

4.2.4.1. Establecimiento de un cronograma de capacitación

El agua es uno de los componentes más básicos de la vida diaria de todo ser vivo, sin embargo si ésta es manejada inadecuadamente, puede llevar a una contaminación y despilfarro inadecuado dentro de la planta de producción.

El tema de capacitación es uno de los factores de mayor importancia para llevar a cabo la implementación de la propuesta. El brindar la capacitación tiene dos propósitos primarios:

- Seguir los procedimientos descritos en el Manual de funciones
- Cumplir las metas de reducción de agua definidas por la gerencia y el equipo de personas designado

El proceso de capacitación que se propone para el área de bebidas comprende lo siguiente:

- Transmisión de información: es decir transmitir a los colaboradores cuales son los objetivos que se tienen con respecto al cuidado del recurso hídrico siendo el principal:

Reducir en un 2 por ciento el consumo total del recurso hídrico en el área de bebidas.

Adicional se debe de comunicar los siguientes aspectos, los cuales son traducidos como las necesidades de capacitación que se han identificado en el área de bebidas:

- Se analizaran y revisaran mensualmente los indicadores definidos para equipo de trabajo.
- Se deben de llevar el control adecuado de los registros de los galones de ingreso y galones consumidos en el transcurso del día.

- Uso adecuado de los instructivos de limpieza. y manuales de uso de cada uno de los equipos.
- Desarrollo de habilidades: mejorar las habilidades y destrezas con las que ya cuentan los colaboradores, informándoles y enseñándoles el uso de los instructivos de limpieza desarrollados, y adicional el uso de los nuevos equipos y herramientas adquiridos para la realización adecuada de las actividades de limpieza.
- Desarrollar actitudes: incluyendo las actitudes para crear e inculcar en los colaboradores la cultura de ahorro. Enseñándoles técnicas simples para el ahorro del recurso hídrico como por ejemplo:
 - Cerrar la llave del grifo cuando no esté en uso
 - Informar de las fugas que puedan existir en la tubería
 - Respetar los tiempos y horarios de limpieza
 - Entre otras
- Desarrollar conceptos: en esta parte ya incluye la parte teórica de la capacitación, entre los temas a proporcionar a los colaboradores se encuentran:

Temas generales, (aplican a todos los colaboradores):

- Producción más limpia en el área de bebidas (conceptos básicos y prácticas de producción más limpia).
- Cuidado del recurso hídrico dentro del área de trabajo.
- Uso eficiente del agua.
- ¿Cómo utilizar los instructivos y el manual de funciones y operaciones?

- Técnicas aplicadas en el trabajo y en casa para ahorrar el agua.

Temas específicos (aplican únicamente a los líderes de equipo):

- Herramientas de formulación de proyectos
- Elaboración de reportes, seguimiento y definición de indicadores clave

Para poder desarrollar el plan de capacitación, la herramienta que será utilizada para planificar y evaluar posteriormente la eficacia de la capacitación es el cronograma de capacitación, el cual, de la misma manera que el cronograma del plan de trabajo de limpieza, se debe de coordinar con el programa de producción, para no interferir en el cumplimiento de la demanda de producción, en la sección de anexos se encuentra descrito el cronograma de capacitaciones.

Al realizar una capacitación se debe de llevar un control para verificar que el cronograma descrito al inicio se esté cumpliendo, y poder llevar un control de cuantas horas hombre efectivas de capacitación se están impartiendo, esto servirá para desarrollar un indicador de capacitación, el cual servirá en un futuro, para definir el nivel de compromiso de cada una de las líneas de producción y si los resultados de la capacitación son los esperados en relación al ahorro del recurso hídrico.

Una forma sencilla de llevar el control es desarrollar una lista de asistencia de cada una de las capacitaciones impartidas y posteriormente tabular los nombres de los asistentes, clasificándolos por línea de producción para tener un mayor control, esta parte representa la fase de verificar del ciclo PHVA.

4.3. Manual de funciones y operaciones

Una de las causas del consumo desmedido del recurso hídrico, es que las actividades en donde se utiliza el agua, principalmente las actividades de limpieza de equipos y maquinarias, son realizadas de diferente manera, dependiendo de la persona que la realice, esto debido a la falta de manuales de funciones y procedimientos estándares operativos de las actividades de limpieza.

Un manual de procedimientos debe de incluir la información detallada de cada actividad, las instrucciones a seguir para desarrollarla, las responsabilidades, es decir, quien o quienes son las personas encargadas de realizar la actividad, información sobre las políticas, funciones, sistemas y reglamentos de las distintas operaciones o actividades que deben de realizar los responsables, en el anexo se encuentra descrito un ejemplo de uno de los procedimientos de limpieza que deben de ser desarrollados para el área de bebidas.

El manual de las funciones y operaciones debe de responder los siguientes cuestionamientos: ¿quién es el encargado?, ¿cuándo se debe de realizar?, ¿cómo se debe de realizar?, ¿dónde se debe de realizar?, ¿para qué? y ¿por qué?, de cada uno de los pasos que integre el proceso, operación o actividad.

Un manual de funciones y operaciones debe de tener como mínimo el siguiente contenido:

- Título
- Código del documento o manual, esto es necesario para llevar un control interno dentro de la empresa, de que manuales se han creado y cuales hacen falta de crear.
- Objetivo
- Generalidades
 - Responsabilidades
 - Medidas de seguridad
- Descripción del procedimiento
- Registros, todos aquellos documentos que es necesario completar al momento de llevar a cabo el procedimiento y los cuales son almacenados y retenidos por los responsables.

El personal encargado de realizar las diferentes actividades y operaciones para las cuales se desarrollaron los manuales y procedimientos deben de recibir una capacitación de cómo utilizar los manuales y entender y desarrollar de forma adecuada la actividad y operación asignada.

4.4. Recursos necesarios para implementar la propuesta

Una vez planteada la propuesta es necesario analizar y definir los recursos con los que el área de bebidas debe de contar para lograr el éxito, entre los recursos necesarios se encuentran: el recurso humano, los recursos técnicos y los recursos financieros.

4.4.1. Recursos humanos

Para lograr disminuir el consumo del recurso hídrico, lo principal es contar con un personal calificado y comprometido. La alta dirección debe asegurarse de contar con la disponibilidad de recurso humano capaz de establecer, mantener e implementar las mejoras descritas en la propuesta, e identificar nuevas oportunidades de mejora dentro de las líneas de producción.

Las nuevas funciones, responsabilidades y autoridades, que conforman el equipo designado a velar por el uso eficiente del recurso hídrico dentro del área de bebidas, deben de ser comunicadas dentro del personal, esto con el objetivo de facilitar la implementación de la propuesta. Entre el recurso humano necesario para implementar la propuesta se encuentra:

- Jefe de las líneas de producción:

El objetivo de este puesto es controlar y coordinar toda actividad realizada en las 3 líneas de producción del área de bebidas.

Entre sus funciones se encuentra:

- Revisar y analizar los procedimientos ya existentes.
- Velar porque se cumplan los estándares de calidad de cada uno de los productos.
- Cumplir con el plan de producción descrito para satisfacer las necesidades demandadas.

- Revisar los indicadores ambientales y definir junto con el Supervisor de Línea de producción los planes de acción y estrategias a seguir para cumplir con el objetivo principal.
- Identificar las necesidades de formación de cada una de las personas bajo su cargo.
- Velar por el cumplimiento del plan de capacitación, y brindar las pautas de inicio de cada ciclo de capacitación.

El jefe de las líneas de producción debe de contar con un grado académico universitario de ingeniería industrial y/o ingeniería mecánica industrial, debido al manejo de técnicas y métodos de producción, entre las habilidades deseables se encuentran: liderazgo efectivo, orientación a resultados, pensamiento estratégico, trabajo en equipo y planificación y organización.

- Supervisor del equipo de ahorro y uso eficiente del agua

El objetivo de este puesto es velar por el cumplimiento e implementación de las diferentes actividades descritas en la propuesta.

Entre las actividades y funciones a cumplir se encuentra:

- Definir y establecer cuáles son los procesos que influyen e impactan de manera negativa en el consumo del agua en las líneas de producción el área de bebidas.
- Evaluar los procedimientos de limpieza, para establecer mejoras.

- Identificar los temas necesarios para incluir dentro del cronograma de capacitación del personal de las líneas de producción.
- Llevar el control y archivo de los diferentes registros del plan de limpieza, lectura de medidores y plan de capacitación.
- Identificar oportunidades de mejora en el uso del recurso hídrico dentro del área de bebidas.
- Definir y llevar el control de los indicadores ambientales descritos.
- Debe de crear, en caso que no existan, los documentos en los que se defina el procedimiento a seguir al momento de realizar una auditoría interna, indicando el alcance y el responsable.
- Establecer el cronograma y programa de auditorías, esto con el objetivo de realizar la verificación de que los métodos y registros planteados en los manuales y procedimientos, se estén llevando a cabo de la forma adecuada.
- Revisar que las tuberías de agua se encuentren identificadas de acuerdo al color asignado para cada tipo de agua.

El supervisor del equipo de ahorro y uso eficiente del agua, debe de contar con un grado académico universitario, preferiblemente ingeniero industrial o químico y que cuente con conocimientos de producción más limpia; entre las habilidades deseables se encuentran: liderazgo efectivo, orientación a resultados, planificación y organización y trabajo en equipo.

- Auditor

El objetivo de un auditor, es verificar, evaluar y realizar el seguimiento de los planes, políticas, procedimientos, registros y manuales, definidos por el equipo de personas que velan el uso y ahorro del agua, dentro del área de bebidas.

Entre sus funciones se pueden mencionar:

- Establecer, implementar y realizar el seguimiento de la propuesta planteada.
- Identificar los posibles aspectos de mejora dentro de las líneas de producción del área de bebidas.
- Realizar auditorías *in situ*, con frecuencia dentro de las líneas de producción.
- Efectuar el seguimiento de las acciones correctivas y oportunidades de mejora que se detecten durante el proceso de auditoría.
- Presentar informes periódicos sobre el avance de las mejoras planteadas al Supervisor del equipo de ahorro y uso eficiente del agua.

Las personas que desempeñen este puesto deben de tener profesión de Ingenieros industriales, químicos o administradores; con conocimiento en producción más limpia y buenas prácticas ambientales, entre las habilidades se pueden mencionar: liderazgo efectivo, buena comunicación interpersonal, planificación, organización y trabajo en equipo.

- Personal de limpieza

Estas personas son las encargadas de realizar las actividades de limpieza diarias, como la limpieza de ventanas, piso y paredes, además deben de realizar las actividades de sanitización en las líneas de producción del área de bebidas.

La persona que desempeñe este puesto debe de contar un grado mínimo de escolaridad de sexto primaria, ser una persona ordena y dispuesta a cumplir metas y planes de trabajo.

- Operadores de las líneas de producción

Estas personas son las responsables de realizar las actividades necesarias en las maquinarias para obtener el producto final. Las personas que desempeñen este puesto deben de contar con un grado mínimo de sexto primaria, ser mayor de edad y entre las competencias necesarias para el puesto se encuentra: responsabilidad y disciplina para realizar las tareas designadas por sus jefes.

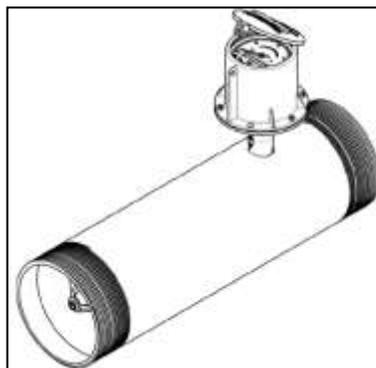
4.4.2. Recursos técnicos

La implementación de la propuesta no requiere de una gran variedad de herramientas o recursos técnicos, en resumen lo necesario para poder implementar las mejoras son: un medidor de flujo, para las tuberías que distribuyen el agua potable y el agua suavizada en la línea de producción; la compra de pistolas de presión, para que sean colocadas en cada una de las mangueras utilizadas para limpiar el área de las líneas de producción y pintura epóxica, para realizar la señalización de las diferentes tuberías que circulan en el área de bebidas.

- Medidor de flujo para tubería de 3 pulgadas y 1 ½ pulgadas de diámetro

Para implementar la propuesta es necesario contar con 2 contadores o medidores de flujo de agua, un medidor debe de ser instalado en la tubería de entrada de agua potable y el otro en la tubería de entrada de agua suavizada.

Figura 14. **Medidor de flujo Mcrometer MT100**



Fuente: cotización enviada. PRYSA, Productos y Servicios Integrales S.A.

- Pistolas de presión para ahorrar agua

En el área de bebidas se encuentran 10 mangueras de $\frac{3}{4}$ de pulgadas de diámetro las cuales son utilizadas para realizar las diferentes actividades de limpieza, de las 10 mangueras situadas en las tres líneas de producción únicamente 4 poseen pistolas de presión como la que se muestra en la figura 15. Al utilizar pistolas de presión en cada manguera se disminuye aproximadamente un 40 por ciento de los galones consumidos, por lo que se deben de adquirir 6 pistolas de presión para el resto de las mangueras.

Figura 15. **Pistola de presión**



Fuente: <http://www.viarural.com.ar/agroindustria/frigorificosimplementos.htm>

Consulta: 12 de diciembre de 2011

- Pintura epóxica para señalización de tuberías

Debido a que las redes de tubería de la planta de producción ya se encuentran instaladas, la tarea de la identificación, se hará pintando pequeños círculos como anillos a distancias prudentiales entre cada uno de ellos, esto debido a que la tubería ya no se puede movilizar.

Al realizar la identificación de la tubería de los diferentes tipos de agua, debe de utilizarse una pintura que sea resistente al agua y agentes atmosféricos y químicos, por la naturaleza de la actividad realizada en la planta de producción, el tipo de pintura recomendada es la pintura epóxica.

La pintura epóxica es un producto que posee dos componentes, el primero consiste en una resina epóxica de alta durabilidad y resistencia, mientras que el segundo es un esmalte epóxico que posee un alto rendimiento. Posee un alto grado de resistencia al ataque de agentes químicos, por lo que se utiliza como protección y conservación de instalaciones industriales. Entre los usos principales de este tipo de pintura se encuentra: protección de estructuras metálicas en general, protección de pisos y muros de hormigón, identificación de instalaciones sanitarias y en las plantas de producción de alimentos y bebidas.

Los colores que se deben de comprar de pintura epóxica deben de ser verde y blanco para identificar las tuberías de los diferentes tipos de agua.

4.4.3. Recursos financieros

Para el desarrollo de la propuesta se debe de realizar la inversión de los recursos técnicos citados en el inciso anterior e incluir la concientización del personal, la tabla XII muestra la inversión en quetzales necesaria para cada uno de los recursos descritos.

Tabla XII. **Recursos financieros necesarios**

Recurso	Inversión	Total
6 Pistolas de presión.	Q.1 162,56 (por unidad)	Q.6 975,36
2 medidores de flujo, (Para tubería de 3 pulgadas de diámetro y 1,5 pulgadas de diámetro).	Q. 12 675,00	Q.25 350,00
Campaña Interactiva		Q. 11 800,00
Brochure para la entrega de los colaboradores (Aprox. 100 unidades)	Q. 200,00	
Imagen creativa de la campaña incluyendo campaña digital interactiva.	Q. 10 000,00	
3 carteleras para publicaciones.	Q. 1 600,00	
Pintura epóxica para señalización de tubería.		Q. 800,00
Total		Q. 44 925,36

Fuente: elaboración propia.

5. MEJORA CONTINUA

La mejora continua está representada en el ciclo de PHVA, por las etapas de verificar y actuar, para aplicar la mejora continua en el Área de Bebidas, luego de implementar la propuesta es necesario realizar la medición, pero únicamente la medición no produce resultados, esta acción debe de ir acompañada por acciones de control y seguimiento para poder alcanzar el objetivo principal.

Las acciones de medición en la propuesta planteada se encuentran regidas por los indicadores definidos, mientras que las acciones de control y seguimiento, por las auditorias de los procesos y actividades de mejora planteadas, las cuales pueden variar desde las pequeñas mejoras continuas aplicadas en el lugar de trabajo de las líneas de producción, hasta las mejoras significativas que puedan influir dentro de toda la planta de producción.

5.1. Control y seguimiento

El control y el seguimiento son una necesidad para lograr el éxito de la propuesta y alcanzar o superar los objetivos planteados de ahorro en el consumo de agua.

5.1.1. Control

El control es una apuesta de responsabilidad y compromiso con la marcha de la propuesta y como tal debe de ser uno de los principales avales operativos, entre las actividades de control que se deben de realizar se encuentran las auditorías internas y externas, la realización de registros de las cantidades de agua que ingresan a las líneas de producción, y la creación de indicadores.

Realizar el control adecuado de las diferentes actividades y cambios propuestos, conllevará a verificar y revelar las áreas donde las medidas y mejoras planteadas fueron exitosas o ineficientes, también puede indicar que medidas o mejoras requieren de modificaciones.

5.1.1.1. Auditorías

Las auditorías se deben de realizar con el fin de determinar el grado en que se han alcanzado los objetivos de la propuesta y comprobar que las actividades y procedimientos se estén realizando, de la forma en la que fueron planificados, los resultados obtenidos por las auditorías se utilizarán para evaluar la eficacia de la propuesta y para identificar las oportunidades de mejora.

Dentro del área de bebidas se deben de realizar dos tipos de auditorías, las de primera parte que son las realizadas internamente y las de segunda parte que son realizadas por entes externos a la organización.

5.1.1.1.1. Auditorías internas

Las auditorías internas, deben de ser realizadas por el personal del equipo de ahorro y uso eficiente del agua designado en la fase de implementación. El área de bebidas debe de llevar a cabo las auditorias en intervalos de tiempo planificados, para ello el supervisor del equipo de ahorro y uso eficiente de agua, debe de establecer un cronograma para realizar las auditorias en cada una de las líneas de producción.

Se debe planificar un programa de auditorías internas, tomando en consideración el tiempo y estado de cada una de las líneas de producción del área de bebidas. Se deben de definir y establecer los criterios de auditoría, el alcance de la misma, su frecuencia y metodología.

Al finalizar la auditoria, el auditor debe de redactar un reporte indicando los resultados de la misma, el cual posteriormente deberá ser discutido por el equipo de ahorro y uso eficiente del agua, para identificar y definir las oportunidades de mejora.

Dentro de los puntos y cuestiones a auditar se pueden incluir:

- Forma de realizar la limpieza en cada línea de producción.
- Registro de los medidores principales de agua, así como registros de los distintos medidores internos, para determinar los ahorros globales de agua y los ahorros en los distintos procesos individuales.
- Utilización adecuada de los equipos de trabajo.

- Seguimiento estricto de los procedimientos descritos en los manuales.
- Registros de los consumo de agua por cada actividad.
- Orden e identificación del material en proceso o almacenado.
- Revisión de la maquinaria y tuberías de las líneas de producción del área de bebidas.
- Revisión de los colores e identificación de las tuberías de los diferentes tipos de agua.

5.1.1.1.2. Auditorías externas

Las auditorías externas deben de ser realizadas por una persona ajena a la empresa, quien debe de tener conocimientos sobre el tema de gestión ambiental, P+L y adicional debe de conocer el campo de acción de la empresa.

Se realizan la mayor parte del tiempo cuando corresponde a un requisito de algún proceso de certificación, en el caso de la propuesta se pueden catalogar como auditorías externas a las que son realizadas por el gerente general o alguna persona ajena y externa al área de bebidas de la empresa.

5.1.1.1.3. Resultados esperados

Al finalizar cada auditoria no importando si es externa o interna, el auditor o persona encargada de realizarla, deberá de presentar un informe final, en el cual debe indicar los resultados obtenidos.

Los resultados esperados de las auditorías realizadas, se basan en los objetivos definidos en la propuesta, entre los que se pueden mencionar la disminución de la cantidad de galones de agua en el área de bebidas.

Los registros de las auditorias deberán conservarse para demostrar el avance de la propuesta y la necesidad de realizar mejoras en cada uno de los puntos auditados.

5.1.1.1.4. Interpretación de resultados

Se deberán de tabular y registrar cada uno de los resultados obtenidos en las auditorias, analizar y realizar gráficas que reflejen la realidad sobre el trabajo de la auditoria, posteriormente se debe de realizar una comparación entre los resultados obtenidos y los resultados esperados según la propuesta inicial.

5.1.1.2. Indicador ambiental

El éxito de la propuesta se debe de verificar por medio de la medición, la cual se, realiza a través de indicadores, el desarrollo de los mismos es un paso crítico en el proceso de evaluación de impacto y desempeño de la propuesta, los cuales, a su vez son un criterio para la toma de decisiones, son útiles para analizar y gestionar la información obtenida en cada una de las auditorias y registros del consumo de agua.

Un elemento clave a tomar en cuenta antes de definir un indicador, es que éste no puede actuar solo e independientemente, es decir deben de ir asociados a los objetivos de la propuesta inicial.

Las funciones más importantes de un indicador ambiental son:

- Evaluar las condiciones y tendencias del ambiente.
- Comparar situaciones a través del tiempo.
- Evaluar condiciones y tendencias con respecto a objetivos y metas establecidas, para posteriormente poder fijar estrategias de gestión.
- Brindar información clave para la toma de decisiones futuras.
- Identificación de los puntos débiles y potenciales de optimización.
- Determinación de las metas cuantificables.

Antes de definir los indicadores ambientales que se deben de desarrollar en el área de bebidas, es necesario realizar un inventario de la cantidad de galones utilizados en cada una de las actividades y procesos, para ello se deben de utilizar las hojas de registros diarios de la figura 13, en donde se deben de anotar los datos que hayan registrado cada uno de los medidores colocados en los diferentes puntos de las líneas de producción del área de bebidas.

El procedimiento necesario para el desarrollo de los indicadores ambientales en el área de bebidas se puede resumir en 5 pasos:

- Realizar el análisis de la situación, el cual ya fue realizado y se encuentra definido en el capítulo 3, de éste trabajo de graduación.
- La situación debe de ir analizándose cada cierto tiempo, inicialmente se deben de determinar y registrar los flujos de entradas y salidas, para lo cual es necesario tomar las lecturas de los medidores de flujo cada cierto tiempo, principalmente en las horas pico del consumo.

Esto brindará el dato de entrada, los datos de salida pueden establecerse por la cantidad de litros de agua utilizados en los productos. Los datos de entrada y salidas utilizados para definir la propuesta inicial se encuentran contenidos en la sección de anexos.

- Establecer el sistema de indicadores, definir los indicadores absolutos y los relativos, los cuales deben de permitir que se hagan comparaciones y reflejar los cambios que se han realizado en las líneas de producción del área de bebidas, es importante que los indicadores estén orientados hacia metas cuantificables y asociados con los objetivos definidos.
- Recopilación de datos y determinación de los indicadores, se deben de documentar los criterios utilizados para recopilación de datos para los indicadores, el registro debe de incluir, una breve descripción del indicador, tablas con los datos básicos y valores de referencia, factores de conversión utilizados, frecuencia de determinación de los indicadores, clasificación de indicadores absolutos y relativos, a esto es lo que se le conoce como cuadro de manejo integral.
- Aplicación de indicadores en el área de bebidas, este paso corresponde llevarlo a cabo al supervisor del equipo de ahorro y uso eficiente de agua, el cual debe de interpretarlo y establecer cuáles serán las acciones a tomar para mejorar en el futuro y alcanzar las metas.
- Revisión del sistema de indicadores, los cuales deben de ser periódicamente revisados para determinar si la medición se está realizando de manera adecuada.

Es tanta la importancia de la selección de un indicador, que en la actualidad grandes empresas realizan la selección soportándose de un enfoque denominado cuadro de manejo integral, el cual es una herramienta muy útil para la selección de los indicadores.

5.1.1.2.1. Indicador de agua absoluto

Los indicadores absolutos son el reflejo del impacto ambiental del área de bebidas, es decir el indicador de agua absoluto indica la cantidad de galones utilizados en general en el área de bebidas de la empresa, entre los que se pueden mencionar:

- Consumo total de agua (galones / hora)
- Consumo total de agua de pozo (galones/hora)
- Consumo total de agua suavizada (galones/hora)

5.1.1.2.2. Indicador de agua relativo

El indicador de agua relativo, ilustra la eficiencia del uso del agua en las actividades y procesos realizados en el área de bebidas de la empresa, en otras palabras, el indicador relativo del consumo de agua, indica el comportamiento medioambiental del área de bebidas en relación con su tamaño o capacidad de producción.

El indicador que se debe de utilizar en el área de bebidas es, la relación entre los litros de agua consumidos para producir un producto por la cantidad de producto final, los litros de agua consumidos incluyen el agua utilizada para realizar las limpiezas, sanitizaciones, y las diferentes actividades que son necesarias para la elaboración del producto.

$$\text{indicador de agua relativo} = \frac{\text{litros de agua consumidos}}{\text{cantidad de producto}}$$

5.1.2. Seguimiento

El seguimiento periódico de las diferentes acciones tomadas, es una necesidad y uno de los principales elementos para lograr y afirmar que la propuesta se está desarrollando de la manera adecuada y está arrojando resultados positivos en el ahorro del consumo del recurso hídrico en el área de bebidas.

5.1.2.1. Discusión de resultados obtenidos

Los resultados obtenidos servirán de base para controlar y supervisar si se ha alcanzado la meta y objetivos planteados e iniciar con la generación de las acciones correctivas, para mejorar el comportamiento medioambiental del área de bebidas dentro de la empresa.

Los resultados de las auditorias y los indicadores, serán utilizados para identificar los puntos débiles y potenciales de optimización, los cuales servirán para realizar las comparaciones y poner de manifiesto mejoras medioambientales que sean económicamente viables, además de fijar y determinar las metas ambientales posteriores, las cuales deben de ser cuantificables, para lograr medir el comportamiento ambiental del área de bebidas dentro de la empresa.

5.1.2.2. Acciones correctivas

Las acciones correctivas deben de ser planteadas en base a todos los procesos o actividades involucradas en el área de bebidas, que hayan presentado y arrojado un resultado de aumento de consumo de agua.

Luego de revisar y discutir los resultados obtenidos de las auditorías internas y externas, en cada uno de los procesos y actividades del área de bebidas, y los indicadores desarrollados, es necesario determinar, definir, identificar, controlar, desarrollar y dar seguimiento a las acciones correctivas, las cuales deben de eliminar o disminuir las no conformidades o fallas de la propuesta y mejoras planteadas.

5.2. Beneficios

Los beneficios obtenidos por el área de bebidas incluyen, beneficios ambientales y económicos, los cuales respaldaran las mejoras e inversiones realizadas en los diferentes recursos descritos.

5.2.1. Beneficios ambientales

Los beneficios ambientales relacionados con la implementación de la propuesta, incluyen, la conservación del recurso hídrico, que por efectos del cambio climático, se hace cada vez más escaso, y la reducción significativa del volumen de efluente hídrico generado por el área de bebidas, esto debido a que tomando como referencia la mejora de instalar pistolas de presión al final de cada una de las mangueras, utilizadas para realizar las actividades de limpieza, se logra reducir en un 40 por ciento la cantidad de agua utilizada por estas actividades.

Cabe destacar que en el porcentaje de ahorro del consumo de agua, se verá afectado directamente por la cultura de ahorro que se haya logrado inculcar en cada uno de los empleados del área.

5.2.2. Beneficios económicos

El propósito de implementar las mejoras plateadas para disminuir el consumo del recurso hídrico dentro del área de bebidas, resulta en la reducción de costos de producción y tratamiento, adicionalmente de ser rentables debido a que no requieren de una inversión elevada.

El costo del agua en el área de bebidas es muy bajo, esto debido a que la Empresa cuenta con pozo propio, por lo tanto los únicos costos en los que se incurre son en los costos de transportar el agua desde el pozo, hacia el lugar en donde será utilizada y el costo del tratamiento de agua, el cual es diferente para los tres tipos de agua.

La propuesta como se explico anteriormente está basada en la disminución del volumen de agua potable principalmente, el costo de este tipo de agua oscila entre los \$ 0,55 por metro cúbico. En la tabla XIII, se encuentran descritas las opciones de mejora planteadas en la propuesta, con la descripción de la cantidad de dinero que se debe de invertir y el ahorro aproximado que las opciones de mejora podrían brindar.

Tabla XIII. **Beneficios económicos**

Opción de mejora	Inversión	Ahorro
Instalación de 6 pistolas de presión	Q.6 975,36	Q 43 080,28
Instalación de dos medidores de flujo e identificación de tubería	Q.24 450,00	Q.3 406,63
Capacitación y campaña de concientización	Q. 14 800,00	Q.9 210,16

Fuente: elaboración propia.

5.2.3. Análisis Beneficio/Costo

Para definir si las mejoras planteadas son rentables para el área de bebidas, el análisis beneficio costo indica cuánto dinero se percibe, por cada unidad monetaria invertida.

Se conocen como beneficios, aquellas ventajas en términos económicos, que reciben los propietarios. Para calcular la relación beneficio costo, es necesario calcular el valor presente neto de los beneficios o ingresos que se tendrán, dividido el valor presente neto de los costos y egresos; si la relación es mayor o igual a 1, significa que el proyecto es rentable.

La tabla XIV muestra el ahorro que se tendría mensualmente, en un ejemplo de 6 meses.

Tabla XIV. **Costos y beneficios mensuales**

Vida del proyecto	Costos/mensuales	Beneficio/mensuales	Capacitación
mes 0	-Q44 925,36	Q0,00	Q0,00
mes 1	-Q41 724,57	Q56 467,13	-Q3 000,00
mes 2	-Q38 724,57	Q56 467,13	Q0,00
mes 3	-Q38 724,57	Q56 467,13	Q0,00
mes 4	-Q41 724,57	Q56 467,13	-Q3 000,00
mes 5	-Q38 724,57	Q56 467,13	Q0,00
mes 6	-Q38 724,57	Q56 467,13	Q0,00

Fuente: elaboración propia.

A continuación se realizarán los cálculos de los valores presentes netos de los beneficios o ingresos y de los costos, utilizando un período de vida de 6 meses y una tasa de interés de pasiva de 5,34 por ciento mensual.

La ecuación utilizada para determinar el Valor Actual Neto (VAN) es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

- VAN= Valor Actual Neto del flujo de efectivo (Q)
- V_t = flujos de efectivo de cada período evaluado (Q)
- k = tasa de interés pasiva (%)

- t = número de períodos de evaluación o vida útil.
- I_0 = Inversión Inicial

En caso el área de bebidas, desee realizar la venta del equipo adquirido inicialmente, se le asigna un valor de salvamento, el cual es definido en base al porcentaje de depreciación de la herramienta y equipo, definido en la Ley de ISR de Guatemala, el cual corresponde a un 10 por ciento anual; esto representa para el proyecto un valor de salvamento Q. 30 708,75, este valor está tomado del costo de adquirir los medidores y las pistolas de presión descritas en la tabla XI.

Al evaluar los costos y beneficios brindados en la tabla XIV e incluyendo el valor de salvamento, se obtienen los siguientes valores:

VAN Beneficios= Q. 269 147,12

VAN Costos= -(Q. 232 242,66)

Obteniendo una relación beneficio costo de:

$$\frac{B}{C} = \frac{269\ 147,12}{232\ 242,66} = 1,16$$

Por lo que se puede evidenciar al encargado del área de bebidas, que recibirá Q. 1,16 por cada Q. 1,00 invertido, lo que se puede traducir en que recibirá aproximadamente un 16 por ciento más de lo que se invertirá implementando las mejoras propuestas.

CONCLUSIONES

1. Al realizar el análisis de la cantidad de agua consumida en los dos tipos de línea de producción dentro del área de bebidas, se concluye que las actividades que más consumen el recurso hídrico son: la preparación y formulación de las bebidas, la limpieza CIP de las maquinarias y la limpieza exterior realizada en las mismas y sus alrededores, al reducir el consumo de agua en estas tres actividades, el ahorro será notable.
2. El no tener identificadas las tuberías de agua, produce que existan derivaciones de las mismas hacia dispositivos de distribución de agua, produciendo como consecuencia que se utilice agua suavizada o agua purificada, la cual tiene mayor costo, para realizar actividades de limpieza exterior y de piso.
3. Al realizar el análisis de programación lineal, incluyendo las diferentes variables a tomar en cuenta para establecer la demanda óptima de agua, se llegó a la conclusión que es posible y factible que el área de bebidas continúe con su buen funcionamiento utilizando menor cantidad de recurso hídrico.
4. Al implementar las mejoras técnicas planteadas, haciendo énfasis en la instalación de pistolas de presión de agua, se puede realizar una disminución del 2 por ciento del consumo total del recurso hídrico, disminuyendo de esta manera los costos de transporte y tratamiento del recurso, lo cual hace factible y viable las propuestas planteadas.

5. Al realizar el análisis del diagrama de Causas-Efecto que se muestra en la figura 11 y el Diagrama de Pareto de la figura 10 se puede deducir que una de las causas principales son el factor humano y el factor materiales o herramientas de trabajo, esto puede ser debido a la falta de capacitación que tienen los colaboradores, ya que se pudo evidenciar durante el desarrollo del trabajo de graduación que no se tienen definidos ni estandarizados procedimientos o instrucciones de trabajo de cada una de las actividades en las que es utilizado el recurso hídrico.

6. Analizando el resultado obtenido al realizar la relación beneficios/costo, con los datos de inversión y costos en los que incurriría la Empresa al momento de implementar la propuesta planteada se puede evidenciar que la el porcentaje de ganancia es de aproximadamente el 16 por ciento, las ganancias se traducen en ahorro de costos de instalación, traslado de materia prima y costo de materiales para la purificación del agua, debido a que existirá un mejor aprovechamiento del recurso y se disminuirá el desperdicio del mismo.

7. El uso e instalación de los medidores de flujo o medidores de caudal, que se presentan en la propuesta, ayudará a generar registros y a iniciar a medir los consumos de agua en los que incurre cada una de las actividades descritas.

RECOMENDACIONES

1. Estandarizar los procedimientos de limpieza de cada una de las líneas de producción, identificando los puestos responsables y las herramientas a utilizar para realizar las actividades descritas.
2. Motivar al personal designado a la toma de datos, de los medidores de flujo instalados, para que utilicen los formatos definidos y poder llevar los registros adecuados, lo cual facilitara la elaboración de los indicadores y la toma de oportunidades de mejora eficientes y viables.
3. Diseñar el plan de capacitación, tomando en cuenta los programas de producción de cada una de las líneas de producción para no interferir con el trabajo diario de los colaboradores.
4. Redactar e implementar procedimientos y manuales que describan las actividades de limpieza de la maquinaria y equipo de trabajo, debido a que al no realizarlo de manera estandarizada, cada operario realiza la actividad de forma diferente consumiendo mayor cantidad del recurso hídrico.
5. Respetar los períodos de limpieza y mantenimiento de las áreas y maquinarias, descritos en los procedimientos, debido a que es importante para mantener la inocuidad del producto.

6. Fomentar en los colaboradores y jefes sobre la implementación de las acciones preventivas y correctivas detectadas durante el desarrollo de las auditorías internas.
7. Implementar las acciones correctivas y preventivas que genere el equipo de colaboradores designado para realizar las auditorias, haciendo énfasis en que son oportunidades de mejora para el área de bebidas, no formas de medir el desempeño de los colaboradores en sus labores diarias.
8. Desarrollar entre los colaboradores del área de estudio una cultura de ahorro la cual puede lograrse por charlas informativas y motivadoras, desarrollo de programas de campañas de ahorro en las cuales sean los colaboradores los encargados de identificar las opciones de mejora en cada una de sus actividades diarias.

BIBLIOGRAFÍA

1. BLANK P. E.; LELAND T.; TARQUIN, Anthony. J. *Ingeniería económica*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 546 p.
2. BOURGUETT ORTIZ. Victor, J. *Manual para el uso eficiente y racional del agua ¡Utiliza sólo la necesaria!* [en línea]. <http://www.waterymex.org/contenidos/rtecnicos/Reduccion%20de%20la%20Demanda/Manual%20Uso%20eficiente%20y%20racional%20del%20agua.pdf>. [Consulta: 14 de febrero de 2012].
3. Cleaning in place (Limpieza in situ) [en línea]. <http://201.131.19.30/Estudios/lacteos/POES%20Segunda%20Parte.pdf>. [Consulta: 10 de octubre de 2011].
4. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 459 p.
5. HÖNERHOFF, Jens. *Manual de buenas prácticas de manejo de agua en las empresas*, Mathijs de Wit. CEGESTI 2005. 97 p. ISBN 9968-9821-4-8.
6. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. *Sistema de gestión de calidad requisitos*. ISO 9001:2008. Colombia: ICONTEC, 2008. 39 p.

7. MONTAÑO, Guillermo Joaquín. *Guía de ahorro y uso eficiente del agua*. Colombia: Clave, 2002, 35 p. ISBN: 97000-5-5
8. NIEBEL W. Benjamín. *Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. Editorial: Alfaomega, 745 p.
9. POCHAT, Victor. *Principios de gestión integrada de los recursos hídricos, bases para el desarrollo de planes nacionales*. Principios guías para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) 6p.-8p. [en línea]. <http://www.gwp.org>. [Consulta: 20 de febrero de 2012].

ANEXOS

Tabla XV. **Resumen de actividades de líneas 2 y 3**

Actividades	Cantidad de galones
Enjuague tanques por cambio de producto	5 824,68
Lavado de tanques cip	18 991,29
Limpieza de pisos y alrededores	2 479,61
Limpieza exterior de máquinas	11 107,02
Total de galones consumidos	38 402,61

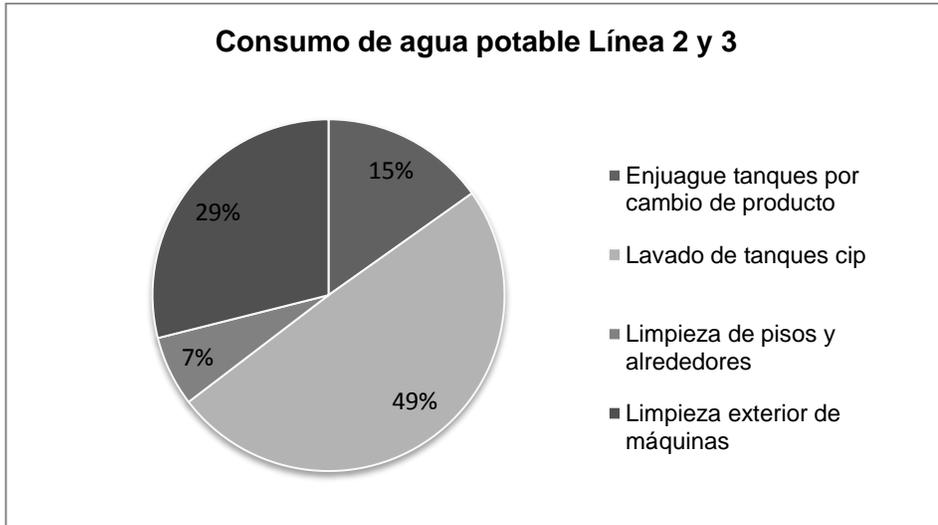
Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Resumen de actividades de línea 4**

Actividades	Cantidad de galones
Control de sellos	2 864,42
Enjuague tanques por cambio de producto	9 275,16
Lavado de tanques cip	33 081,75
Limpieza de pisos y alrededores	5 457,61
Limpieza exterior de máquinas	9 976,16
Total de galones consumidos	60 655,10

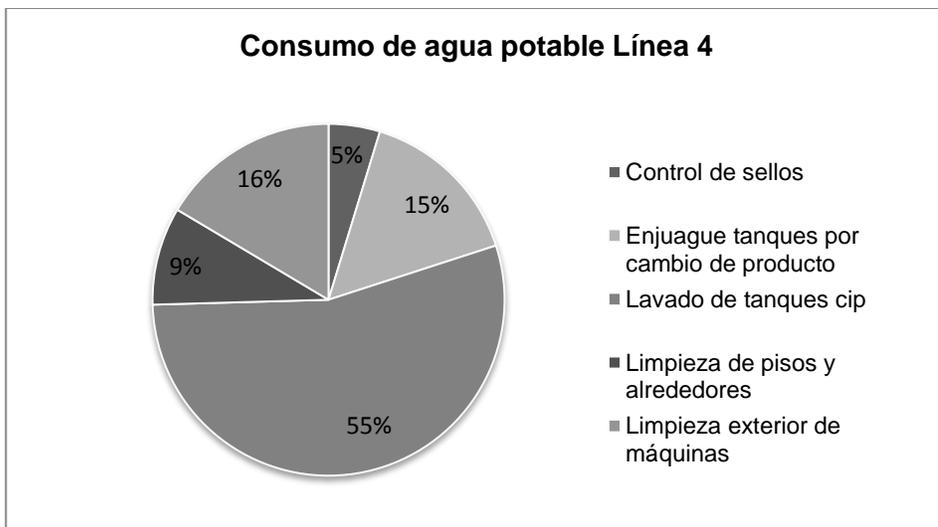
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Consumo de agua potable líneas 2 y 3**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Consumo de agua potable línea 4**



Fuente: elaboración propia.

Cronograma de capacitación

“ÁREA DE BEBIDAS”

1. GENERALIDADES

- **Necesidad a tratar**

Consumo excesivo del recurso hídrico en la limpieza externa de la maquinaria y equipo.

- **Objetivo de las capacitaciones**

Influir en los colaboradores del área de bebidas para mejorar las prácticas de limpieza externa de la maquinaria y equipo y poder alcanzar el objetivo de la propuesta inicial:

Disminuir en un 2 por ciento el consumo total del recurso hídrico en el área de bebidas.

- **Área a impartir el curso** área de bebidas.

- **Número de Colaboradores** 40 colaboradores, 30 operativos y 10 administrativos.

- **Tiempo aproximado de ejecución del plan** 1 mes.

- **Tiempo aproximado por sesión** 1 hora.

- **Recursos**

- Cañonera
- Computadora
- Listas de asistencia
- Hojas y lápices
- Presentación de los temas a tratar

- **Personal a capacitar**

- Supervisores de líneas de producción
- Lavadores
- Operarios de línea de producción
- Gerente de Área de Bebidas

- **Temas a impartir**

- **Generales**

- Tema 1: producción más limpia en el área de bebidas (conceptos básicos y prácticas de producción más limpia).
- Tema 2: cuidado del recurso hídrico dentro del área de trabajo.
- Tema 3: uso eficiente del agua.
- Tema 4: ¿Cómo utilizar los instructivos y el manual de funciones y operaciones?
- Técnicas aplicadas en el trabajo y en casa para ahorrar el agua.

Específicos:

- Tema 1: herramientas de formulación de proyectos.
- Tema 2: elaboración de reportes, seguimiento y definición de indicadores clave.

- **Periodicidad**

Semanal, debido a que en el área de bebidas existen dos turnos la capacitación será planificada dividida en turnos y líneas, informando a los colaboradores que deben de ingresar a la planta de producción un hora antes para poder recibir la capacitación.

Tabla XVII. **Cronograma de capacitación**

GRUPO OBJETIVO:												
TEMAS GENERALES: Lavadores, personal de limpieza y operarios de línea de producción												
Grupos de 10 personas.												
TEMAS ESPECÍFICOS: Supervisores de línea y Gerente de Área de Bebidas												
Grupos de 5 personas.												
TEMA / GENERALES	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
	l	m (*)	v	l	m	v	l	m	v	l	m	v
TEMA 1	TD1/TN1		TD2/TN2									
TEMA 2				TD1/TN1		TD2/TN2						
TEMA 3							TD1/TN1		TD2/TN2			
TEMA 4										TD1/TN1		TD2/TN2
TEMAS ESPECÍFICOS/ ADMINISTRATIVOS												
TEMA 1		G1			G2							
TEMA 2								G1			G2	
(*) miércoles TD1: Turno Diurno No. 1 TN1: Turno Nocturno No. 1 G1: Grupo 1 G2: Grupo 2												

Fuente: elaboración propia.

LIMPIEZA EXTERIOR DE MAQUINARIA	AB-LE-P
	V 1.0 10-10-2013

1. OBJETIVO:

Describir la metodología a utilizar para la realización de la limpieza externa de las maquinarias, para garantizar la inocuidad de los alimentos.

2. ALCANCE:

Inicia desde el ingreso del lavador a la línea de producción, realización de limpieza de la maquinaria, llenado de los registros hasta la notificación de la finalización de la limpieza al supervisor encargado.

3. GENERALIDADES

3.1 Abreviaturas

Siglas	Significado	Siglas	Significado
LV	Lavador	SP	Supervisor de producción
SC	Secador	SL	Supervisor de limpieza

3.2 Interacción

- Para fines de este procedimiento al utilizar el término equipo de limpieza se hace referencia a:
 - Escobas
 - Trapeadores
 - Limpiadores
 - Jabón
 - Desinfectante
 - Pistola de presión
 - Manguera

4. DESARROLLO

Responsable	Actividad
SL	<ul style="list-style-type: none"> • Diariamente revisa el AB-LE-P-F-01 (Cronograma de limpieza) y notifica a LV responsable el área y maquinarias que le corresponden limpieza. • Entrega el registro AB-LE-P-F-02 (Limpieza de maquinaria-Tiempos) a cada LV.
LV	<ul style="list-style-type: none"> • Recibe el AB-LE-P-F-02 (Limpieza de maquinaria-Tiempos) y acude al área y maquinaria descrita en el AB-LE-P-F-01 (Cronograma de limpieza). • Completa en el AB-LE-P-F-02 (Limpieza de maquinaria-Tiempos) los siguientes campos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Nombre de Lavador. ○ Nombre de Línea de producción. ○ Nombre de maquinaria. ○ Hora de inicio de limpieza. • Verifica que cuente con el equipo de limpieza necesario dependiendo del tipo de maquinaria. • Realizar la limpieza seca de la maquinaria utilizando las mangueras de aire a presión, para remover las partículas gruesas de los restos de alimentos. • Realizar el enjuague inicial utilizando el limpiador adecuado, según el tipo de maquinaria y producto realizado antes de la limpieza, utiliza las pistolas de presión utilizando únicamente la cantidad de agua necesaria. • Cierra el grifo. • Aplica el agente químico, siguiendo las instrucciones del fabricante. • Abre el grifo nuevamente, utilizando la manguera con pistola de presión realiza el enjuague final de la maquinaria, utilizando aproximadamente por 5 min. • Cierra el grifo. • Aplica el desinfectante y sanitizante, siguiendo las instrucciones especificadas por el fabricante. • Deja actuar el desinfectante y sanitizante siguiendo el tiempo estimado por el fabricante. • Abre el grifo nuevamente para realizar el enjuague del sanitizante. • Realiza en enjuague aproximadamente por 10 min. • Verifica que el sanitizante y desinfectante haya sido removido para garantizar la inocuidad de los alimentos. • Completa el registro AB-LE-P-F-02 (Limpieza de maquinaria-Tiempos) colocando el tiempo de finalización de la limpieza. • Entrega el registro AB-LE-P-F-02 (Limpieza de maquinaria-

Tiempos) al Supervisor de Limpieza encargado del área.

- Almacena en el lugar correspondiente el equipo de limpieza.
- Notifica al SP que la limpieza ha finalizado y puede continuar con la producción.

SL

- Recibe el **AB-LE-P-F-02** (Limpieza de maquinaria-Tiempos) y tabula los tiempos de limpieza para poder generar el indicador mensual de limpieza.
- Mensualmente traslada el indicador de limpieza a Gerente de Área de Bebidas, para evidenciar el avance que se ha tenido con el programa.

5. REGISTRO:

5.1 AB-LE-P-F-01 Cronograma de limpieza

5.2 AB-LE-P-F-02 Limpieza de maquinaria-Tiempos