



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

**REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL MEDIANTE UN MANEJO
EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO EN EL ÁREA DE SANEAMIENTO DE UNA
FÁBRICA PROCESADORA DE ALIMENTOS**

Jonathan Manuel Rodas Santizo

Asesorado por el Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL MEDIANTE UN MANEJO
EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO EN EL ÁREA DE SANEAMIENTO DE UNA
FÁBRICA PROCESADORA DE ALIMENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JONATHAN MANUEL RODAS SANTIZO

ASESORADO POR EL ING. HUGO HUMBERTO RIVERA PÉREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijay
EXAMINADORA	Inga. Milbian Kattina Mendoza Méndez
EXAMINADORA	Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL MEDIANTE UN MANEJO EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO EN EL ÁREA DE SANEAMIENTO DE UNA FÁBRICA PROCESADORA DE ALIMENTOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 28 de septiembre de 2016.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a final flourish, positioned above the printed name.

Jonathan Manuel Rodas Santizo

Guatemala 20 de junio del 2017

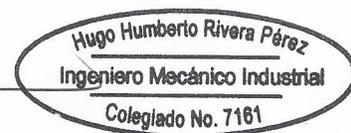
Ingeniero Fransisco Gómez
Director de Escuela
Escuela Mecánica Industrial
Presente

Atentamente me dirijo a usted para saludarlo y hacer de su conocimiento que en mi calidad de asesor del trabajo de graduación del estudiante de Ingeniería Industrial Jonathan Manuel Rodas Santizo, he leído y revisado el trabajo de graduación que lleva como título:

REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL MEDIANTE UN MANEJO EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO EN EL ÁREA DE SANEAMIENTO DE UNA FÁBRICA PROCESADORA DE ALIMENTOS

Considerando que el trabajo de graduación cubre con los lineamientos señalados en el plan de investigación, el estudiante puede continuar con la siguiente etapa de asignación de revisor.

Agradezco la atención a la presente, me suscribo a usted.

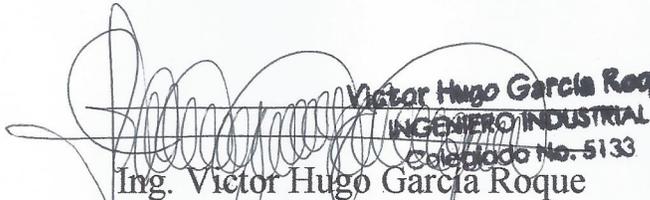


Ingeniero Hugo Humberto Rivera Pérez
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 7161



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL MEDIANTE UN MANEJO EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO EN EL ÁREA DE SANEAMIENTO DE UNA FÁBRICA PROCESADORA DE ALIMENTOS**, presentado por el estudiante universitario **Jonathan Manuel Rodas Santizo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Victor Hugo Garcia Roque
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 5133
Ing. Victor Hugo Garcia Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.151.017

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 **REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL MEDIANTE UN MANEJO EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO EN EL ÁREA DE SANEAMIENTO DE UNA FÁBRICA PROCESADORA DE ALIMENTOS**, presentado por el estudiante universitario **Jonathan Manuel Rodas Santizo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

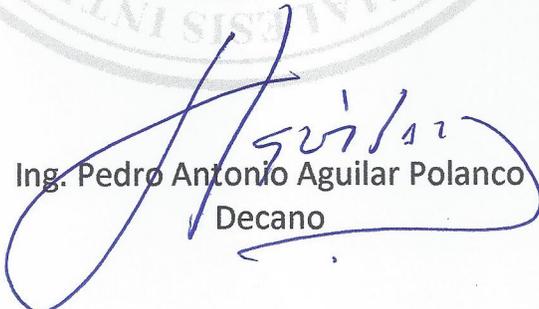


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 461.2017

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: **REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL MEDIANTE UN MANEJO EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO EN EL ÁREA DE SANEAMIENTO DE UNA FÁBRICA PROCESADORA DE ALIMENTOS**, presentado por el estudiante universitario: **Jonathan Manuel Rodas Santizo** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Que me ha permitido tener la fortaleza necesaria para culminar esta fase de mi vida.
Mis padres	Por el apoyo y amor incondicional que me han brindado durante toda mi vida y esta etapa de mi carrera profesional.
Mis hermanos	Por ser ejemplo de motivación y superación, que me dieron consejos y apoyo incondicional.
Compañeros universitarios	Que han sido parte importante en este proceso y en mi vida, que me brindaron su apoyo constantemente.
Amigos	Que en todo este tiempo no han dejado de creer en mí y han demostrado su apoyo y amistad.
Familia	Por creer siempre en mi persona y mostrar su apoyo hacia mí.

AGRADECIMIENTOS A:

**Ing. Hugo Humberto
Rivera Pérez**

Por brindarme su apoyo cada vez que lo he requerido, dándome consejos que ayudarán a desarrollarme en el área profesional.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Mi casa de estudios, que me dará un apoyo importante para ser un gran profesional.

Facultad de Ingeniería

Que con su forma de impartir cátedra me enseñó no solamente a ser un profesional, sino que a enfrentarme a la vida.

La empresa

Que me ha abierto sus puertas para desarrollar plenamente el actual trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Generalidades de la empresa.....	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Ubicación geográfica	3
1.1.3. Misión	4
1.1.4. Visión.....	4
1.1.5. Valores	4
1.1.6. Estructura organizacional	5
1.1.6.1. Organigrama.....	5
1.1.6.2. Departamento de producción.....	6
1.1.6.2.1. Área de saneamiento	7
1.2. Medio ambiente	8
1.2.1. Vulnerabilidad	9
1.2.1.1. Tipos de vulnerabilidad.....	9
1.2.2. Medio ambiente en Guatemala.....	11
1.2.2.1. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	12
1.2.2.2. Legislación ambiental	13

	1.2.2.2.1.	Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente.....	14
1.3.		Recurso hídrico	15
	1.3.1.	Tipos de recurso hídrico	16
	1.3.2.	Recurso hídrico en Guatemala.....	17
	1.3.2.1.	Sistema hidrográfico de Guatemala	18
	1.3.2.2.	Legislación del recurso hídrico	19
	1.3.2.2.1.	Constitución Política de la República de Guatemala.....	20
	1.3.2.2.2.	Política Nacional del Agua en Guatemala	22
	1.3.2.2.3.	Código Municipal (Decreto 12-2002)	23
2.		DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	27
	2.1.	Normas internas de recurso hídrico	27
	2.1.1.	Manejo de desperdicio de agua	27
	2.2.	Recurso hídrico en la empresa	28
	2.2.1.	Disponibilidad del recurso	28
	2.2.2.	Usos del recurso hídrico.....	29
	2.2.3.	Mapa de contadores de agua.....	30
	2.3.	Mediciones del recurso hídrico consumido en departamento de producción.....	30
	2.3.1.	Consumo de agua en la aduana de ingreso a planta.....	31
	2.3.2.	Consumo de agua en el laboratorio de sensorial	32

2.3.3.	Consumo de agua en el área de saneamiento de piezas	33
2.4.	Procedimientos empleados en el área de saneamiento	33
2.4.1.	Diagrama del proceso del lavado de piezas	34
2.4.2.	Análisis de causa-efecto del desperdicio del recurso hídrico	35
2.4.3.	Diagrama de Pareto del desperdicio de agua.....	35
2.5.	Equipo y herramientas empleadas en el área de saneamiento	37
2.5.1.	Mangueras.....	38
2.5.2.	Pistolas de aspersión.....	39
2.5.3.	Estantes de lavado	41
2.5.4.	Bombas hidráulicas de desplazamiento positivo	42
2.5.5.	Desinfectantes	43
2.5.6.	Equipo de secado	43
3.	PROPUESTA PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD AMBIENTALEN EL ÁREA DE SANEAMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN	45
3.1.	Implementación de contadores en mangueras del área de saneamiento	45
3.1.1.	Descripción de contadores	45
3.1.2.	Costo de contadores.....	48
3.1.3.	Beneficios de contadores	49
3.2.	Estandarización de procedimiento de lavado de piezas	49
3.2.1.	Método de lavado	50
3.2.2.	Gestión visual de nuevos parámetros.....	52
3.3.	Aumento de periodos de saneamiento de piezas.....	52
3.3.1.	Diagrama de causa y efecto	53

3.3.2.	Nueva programación de periodos de saneamiento.....	54
3.4.	Sustitución de suministros lavables a suministros desechables	57
3.4.1.	Suministros actuales	57
3.4.2.	Propuesta de suministros desechables.....	58
3.5.	Fugas y desgaste de boquillas de aspersión	59
3.5.1.	Revisión de fugas y boquillas actuales.....	60
3.5.2.	Material de boquillas de aspersión	63
3.5.3.	Determinación de desgaste de boquillas.....	63
3.5.4.	Revisiones periódicas de fugas y desgaste de boquillas	64
3.6.	Concientización del correcto uso del recurso hídrico	64
3.6.1.	Concientización visual sobre desperdicio del recurso hídrico dentro del departamento de producción.....	65
3.6.1.1.	Contenido de la concientización visual	65
3.6.1.2.	Lugares de exposición para la concientización visual.....	66
3.7.	Capacitación del recurso humano del área de saneamiento....	67
3.7.1.	Facilitadores de la capacitación	68
3.7.2.	Contenido de la capacitación	68
3.7.3.	Alcance de la capacitación	69
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	71
4.1.	Departamento de producción	71
4.1.1.	Área de saneamiento	71

4.2.	Estandarización del procedimiento de lavado de piezas de las máquinas	72
4.2.1.	Equipo de lavado de piezas.....	72
4.2.1.1.	Costo del equipo.....	72
4.2.1.2.	Mantenimiento de equipo	72
4.3.	Indicadores del recurso hídrico consumido en el área	73
4.3.1.1.	Metros cúbicos del recurso hídrico	73
4.3.1.2.	Costo de consumo recurso hídrico	75
4.3.1.3.	Número de piezas lavadas	76
4.4.	Aumento de periodos de saneamiento de piezas.....	76
4.4.1.	Nueva programación de saneamiento de piezas....	77
4.4.2.	Personal encargado de revisar la programación	78
4.5.	Sustitución de suministros lavables por suministros desechables	78
4.5.1.	Suministros lavables y suministros desechables....	78
4.5.1.1.	Costo de suministros	79
4.5.1.2.	Presupuesto de adquisición de suministros.....	79
4.5.1.2.1.	Suministros lavables.....	79
4.5.1.2.2.	Suministros desechables	80
4.6.	Análisis beneficio–costo de sustitución de suministros lavables por suministros desechables	81
4.6.1.1.	Flujo de efectivo.....	82
4.6.1.2.	Valor presente neto (VAN).....	84
4.7.	Revisiones periódicas de fugas y desgaste de boquillas de aspersión.....	85
4.7.1.	Auditoría interna	85

	4.7.1.1.	Personal encargado de la revisión de fugas	86
	4.7.1.2.	Cronograma de revisiones	86
4.8.		Capacitación del personal del área de saneamiento.....	87
	4.8.1.1.	Sala de reuniones para capacitaciones.....	88
	4.8.1.2.	Cronograma de capacitaciones.....	88
	4.8.1.3.	Material de apoyo para las capacitaciones.....	89
4.9.		Campaña de concientización del correcto uso del recurso hídrico	89
	4.9.1.	Concientización visual dentro del departamento de producción.....	90
	4.9.1.1.	Diseño del aviso impreso	90
	4.9.1.2.	Lugares estratégicos de colocación de los avisos.....	92
	4.9.1.3.	Costos de la implementación de los avisos impresos.....	93
5.		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	95
5.1.		Requerimientos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).....	95
	5.1.1.	Ámbito del estudio.....	95
	5.1.1.1.	Nombre de la actividad sometida al proceso de evaluación	96
	5.1.1.2.	Dirección del lugar de estudio	96
	5.1.1.3.	Actividades colindantes al proyecto	97
	5.1.1.4.	Datos de trabajadores	97
	5.1.1.4.1.	Jornadas laborales.....	97

	5.1.1.4.2.	Número de trabajadores.....	97
5.1.2.		Impactos ambientales.....	98
	5.1.2.1.	Tipo de impacto ambiental.....	98
	5.1.2.2.	Áreas específicas de generación de impacto ambiental.....	99
	5.1.2.3.	Efectos y riesgos derivados de la actividad	100
5.1.3.		Potencial de los impactos ambientales.....	100
	5.1.3.1.	Cuantificación del impacto	101
5.1.4.		Medidas de mitigación	101
	5.1.4.1.	Disminución del consumo del recurso hídrico	102
	5.1.4.2.	Tratamiento de aguas residuales.....	102
	5.1.4.3.	Reutilización del recurso hídrico	102
5.1.5.		Monitoreo ambiental	103
	5.1.5.1.	Auditoría interna	103
		5.1.5.1.1. Indicadores del consumo del recurso hídrico.....	103
		5.1.5.1.2. Cumplimiento de estándares.....	104
6.		SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA	107
	6.1.	Resultados.....	107
		6.1.1. Proyección del consumo del recurso hídrico en área de saneamiento	114
		6.1.2. Ahorro del consumo del recurso hídrico	115
		6.1.3. Disminución de costos.....	116

6.1.4.	Interpretación de resultados	118
6.2.	Seguimiento por el equipo de trabajo	119
6.2.1.	Tarjeteo	119
6.2.1.1.	Tarjeta de riesgo de calidad	120
6.2.1.2.	Tarjeta de riesgo seguridad industrial	121
6.3.	Auditoría interna al equipo de trabajo.....	121
6.3.1.	Revisión de indicadores	122
6.3.2.	Revisión de tarjetas.....	122
6.3.3.	Cumplimiento de estándares.....	122
6.4.	Retroalimentación	123
6.4.1.	Comparación de estándares propuestos con resultados actuales	123
6.4.2.	Fijación de nuevas metas.....	124
6.4.3.	Reuniones de comunicación de nuevas metas	124
CONCLUSIONES.....		125
RECOMENDACIONES		127
BIBLIOGRAFÍA.....		129
ANEXO.....		131

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de ubicación geográfica de la empresa.....	3
2.	Organigrama general de la empresa.....	6
3.	Organigrama del departamento de manufactura.....	7
4.	Diagrama del proceso de lavado de piezas	34
5.	Diagrama de causa y efecto de desperdicio de agua en el área de saneamiento.....	35
6.	Diagrama de Pareto de desperdicio de recurso hídrico	37
7.	Manguera de caucho y lona, marca Parker.....	38
8.	Pistola de aspersion marca Strahman.....	39
9.	Pistola de aspersion marca Fisher	40
10.	Medidas de pistola de aspersion marca Fisher	40
11.	Modelo similar de estante de lavado de piezas.....	41
12.	Modelo similar de bomba hidráulica	42
13.	Wypall con estantería.....	44
14.	Especificación de memoria de caudalímetro Gardena 8188-20.....	46
15.	Especificación de caudalímetro Gardena 8188-20.....	47
16.	Caudalímetro Gardena 8188-20.....	47
17.	Caudalímetro Arad modelo M	48
18.	Diagrama mejorado del proceso de lavado de piezas en el área de saneamiento.....	51
19.	Diagrama de causa y efecto de lavado de piezas	54
20.	Paquete de Wypall X70.....	58
21.	Guantes de nitrilo 15 ml	59

22.	Distribución de afiches dentro del área de saneamiento	67
23.	Flujo de efectivo de 6 meses de compra de suministros desechables.....	83
24.	Flujo de efectivo de 6 meses de compra de suministros lavables	84
25.	Primer afiche de concientización del uso correcto del recurso hídrico	91
26.	Segundo afiche de concientización del uso correcto del recurso hídrico	91
27.	Distribución de afiches dentro del área de saneamiento	92
28.	Ubicación de la empresa	96
29.	Cambio de mangueras de aspersion de estantes de lavado	109
30.	Cambio de mangueras de aspersion y sifones de los estantes de lavado	110
31.	Cambio de manguera para el lavado de tarimas	110
32.	Área de secado y lavado de tarimas.....	111
33.	Área de secado general.....	111
34.	Cámara de secado de gabachas	112
35.	Carretón de traslado de piezas	112
36.	Estante de piezas limpias a entregar	113
37.	Estantes de lavado de trapeadores y utensilios.....	113
38.	Diseño de tarjeta de riesgo de calidad.....	120
39.	Diseño de tarjeta de riesgo de seguridad industrial	121

TABLAS

I.	Distribución de agua en el planeta.....	17
II.	Consumo de agua en la empresa	28
III.	Consumo de agua en el departamento de producción	30
IV.	Consumo de agua en la aduana de ingreso a planta.....	31

V.	Consumo de agua en laboratorio de sensorial.....	32
VI.	Consumo de agua en el área de saneamiento de piezas	33
VII.	Encuesta de puntuaciones de causas de desperdicio de agua.....	36
VIII.	Puntuaciones finales y sumatoria de frecuencias	36
IX.	Cotización de caudalímetros	48
X.	Consumo por pieza actual y sugerido con el porcentaje de ahorro de agua	52
XI.	Programación de la producción en una máquina con combinación de productos alérgenos, oscuros y claros	55
XII.	Ejemplo de programación de limpieza con porcentaje de reducción de consumo de agua.....	56
XIII.	Fugas de entrada de agua en el área de saneamiento	60
XIV.	Fugas de salida de agua en el área de saneamiento.....	60
XV.	Fugas de salida de agua en el área de saneamiento.....	61
XVI.	Fugas de salida de agua en el área de saneamiento.....	62
XVII.	Boquillas de aspersion del área	62
XVIII.	Estándar de metros cúbicos a consumir de las máquinas 1 a la 12.....	74
XIX.	Estándar de metros cúbicos a consumir de las máquinas 13 y 24.....	74
XX.	Estándar de metros cúbicos a consumir de las máquinas 25 a la 36...	75
XXI.	Tarifas de consumo de agua de Empagua.....	76
XXII.	Costos de suministros lavables	80
XXIII.	Costos de suministros desechables	80
XXIV.	Costos de los suministros lavables con costo de consumo de agua....	81
XXV.	Costos de los suministros desechables por 25 unidades y costo equivalente de vida útil.....	81
XXVI.	Valor actual neto de suministros lavables y desechables	84
XXVII.	Cronograma de revisiones de fugas y desgaste de boquillas de aspersion.....	87
XXVIII.	Cronograma de capacitaciones, fase 1	88

XXIX.	Cronograma de capacitaciones, fase 2.....	89
XXX.	Costos de la implementación de los avisos impresos.....	93
XXXI.	Tipos de impacto ambiental.....	100
XXXII.	Reparación de fugas de entrada de agua en el área de saneamiento	108
XXXIII.	Reparación de fugas de salida de agua en el área de saneamiento ..	108
XXXIV.	Reparación de fugas de salida de agua en el área de saneamiento ..	109
XXXV.	Resultados del consumo de agua por semana y mes en el área de saneamiento de piezas	114
XXXVI.	Resultados del consumo de agua por mes y promedios de mes y día en área de saneamiento de piezas	115
XXXVII.	Ahorro del consumo del recurso hídrico, análisis de promedios mensuales en metros cúbicos	116
XXXVIII.	Análisis de la reducción de costos mediante costo por metro cúbico y reducciones del consumo de agua mensual	117
XXXIX.	Análisis de la reducción del tiempos de accionamiento diario de la manguera y la operación del área.....	117

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
/	Diagonal
=	Igual
#	Numeral
()	Paréntesis
%	Porcentaje
&	Se deriva de la conjunción española y

GLOSARIO

Análisis costo-beneficio	Es una técnica financiera utilizada para tomar decisiones de inversión.
Área de saneamiento	Lugar donde se restablecen las condiciones higiénicas ideales de determinado equipo.
Capacitación	Proceso educativo corto por el que se adquieren conocimientos y habilidades técnicas para lograr metas.
Concientizar	Acción que busca que alguien tome conciencia acerca de determinado acto que realiza constantemente.
Contador de agua	Controlan y miden los consumos de agua en un área específica.
Diagrama de Ishikawa	Es una representación gráfica de varias causas que puedan anteceder un efecto, con el objetivo de encontrar la causa real.
Eficiencia	Es cumplir con un objetivo con el uso de manera correcta los recursos (tiempo, dinero, recurso humano, entre otros).

Estandarizar	Unificación de características en un proceso de unificación de características de un producto, servicio o procedimiento.
Fuga de agua	Es la pérdida de agua que un sistema percibe involuntariamente.
Gestión visual	Es un sistema de comunicación que indica el estado de algo con un solo vistazo.
Indicadores	Son puntos de referencia que brindan información cuantitativa y cualitativa.
Medio ambiente	Es el compendio de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en el hombre.
Mitigación	Medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo existente.
Monitoreo	Es la observación del curso de uno o más parámetros para detectar eventuales anomalías.
Procedimiento	Es un conjunto de pasos predefinidos que buscan lograr un objetivo.
Procesamiento de alimentación	Es un conjunto de pasos que implican convertir materias primas, en alimentos comestibles.

Recurso hídrico	conformado por los cuerpos de agua que existen en el planeta.
Saneamiento	Establecimiento de las condiciones y medida higiénicas que favorezcan estados de salud general.
Sustitución	Acción por la cual se cambia o reemplaza algo.

RESUMEN

En la actualidad, el medio ambiente se ha visto afectado por diversas fuentes de contaminación; el mayor contaminador es el humano, que con sus acciones lo ha deteriorado de forma desmesurada. El objetivo del humano es buscar su beneficio sin tomar en cuenta que el medio ambiente es el entorno donde se desempeña.

Las empresas son una fuente considerable de contaminación; últimamente, han generado sistemas, medidas y procedimientos para mitigar y en algunos casos eliminar el impacto ambiental que generan con sus actividades diarias.

El actual trabajo de graduación pretende reducir el impacto ambiental que una empresa procesadora de alimentos genera en el área de saneamiento por medio de un manejo eficiente del recurso hídrico. Esta área es donde se lavan las piezas que tienen contacto con el producto y deben ser lavadas para su posterior uso con otros productos. Para tener un manejo más eficiente del recurso hídrico se crean nuevos estándares, métodos y procedimientos que pretenden utilizar el agua necesaria en los procesos sin comprometer la calidad de los procesos ni la inocuidad de los alimentos.

Mediante un análisis de los procesos del área se determinó que existe un área de oportunidad, que llevó a realizar una hipótesis de generar una disminución del consumo de agua entre el 20 % y 40 %.

Luego de implementar los procedimientos propuestos, se considera que se tendrá un ahorro entre el intervalo propuesto. Sin embargo, en la implementación pudo obtenerse un ahorro del consumo de agua de 54 %.

OBJETIVOS

General

Reducir la vulnerabilidad ambiental mediante un manejo eficiente del recurso hídrico en el área de saneamiento de una fábrica procesadora de alimentos.

Específicos

1. Cuantificar los metros cúbicos de recurso hídrico consumido en el área de saneamiento del departamento de producción en un período de 10 meses.
2. Establecer procedimientos, herramientas y equipo para estandarizar el uso y reducir el consumo del recurso hídrico para el saneamiento de piezas de las máquinas del departamento de producción.
3. Optimizar el tiempo de saneamiento de las piezas de las máquinas, en el empleo de una nueva programación de saneamiento de las piezas para que el consumo de recurso hídrico disminuya.
4. Realizar una campaña de concientización en el departamento de producción para la utilización adecuada del recurso hídrico en el área de saneamiento.

5. Proponer la sustitución de suministros lavables por suministros desechables analizando su beneficio-costo.
6. Desarrollar y establecer programación de revisiones periódicas de fugas y desgaste de boquillas de aspersión en el área de saneamiento, para reducir los desperdicios del recurso hídrico.
7. Establecer capacitaciones periódicas del recurso humano del área de saneamiento para asegurar que los procedimientos idóneos se lleven a cabo con éxito y reducir los desperdicios y costos.

INTRODUCCIÓN

El deterioro exponencial del medio ambiente en los últimos años ha hecho indispensable la búsqueda de métodos que permitan disminuir dicho impacto. Por lo tanto, las empresas se han interesado por el tema y han desarrollado diversas políticas y normas que obligan a los mandos altos, medios y bajos a generar soluciones a la problemática.

En la empresa donde se realiza el actual trabajo de graduación se han desarrollado normas e indicadores mensuales y anuales para reducir el impacto que la empresa genera al medio ambiente, como el consumo de agua y la cantidad de agua que se verte a los drenajes municipales.

Al realizar un análisis del consumo de agua en la planta de producción de dicha empresa, se reflejó el mayor consumo de agua en el área de saneamiento donde se lavan las piezas de las líneas de producción que tienen contacto con los diferentes productos, es decir, una línea produce múltiples productos.

El paso acelerado que ha tenido el impacto ambiental en Guatemala hace necesario mitigar prontamente tales impactos, de manera que se conserve el medio ambiente y se tenga una mayor calidad de vida. Cabe mencionar que el agua dulce en el mundo representa un 2,5 % del agua en el mundo, por lo tanto, se hace indispensable reducir tal consumo ya que este es un recurso no renovable.

El actual trabajo de graduación pretendía generar un ahorro en el consumo de agua entre un 20 % y un 40 % por medio un uso eficiente del

recurso hídrico. Generar estándares, métodos y procedimientos nuevos que permitan utilizar racionalmente el agua sin comprometer la calidad de los procesos era la propuesta general del actual trabajo de graduación; además, se busca reducir los costos de consumo.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Generalidades de la empresa

Es una empresa que se dedica a la producción, distribución y venta de alimentos y refrescos de alta calidad y fácil preparación. La planta está ubicada en la ciudad de Guatemala, su sede central, posee 30 líneas de producción.

1.1.1. Historia

La empresa tiene sus raíces en el esfuerzo y visión de Doña María y Don Miguel Ángel.

Doña María emprendió su abarrotería Los Chompipitos, lugar donde también funcionaba su negocio de comida. En Los Chompipitos, Doña María conoció a Don Miguel Ángel y de esta manera comenzó la historia entre ellos dos. Contrajeron matrimonio el 25 de agosto de 1949, poco tiempo después nació la primera hija, por motivos políticos él tuvo que emigrar a México; tiempo después Doña María y sus hijos también acompañaron a Don Miguel Ángel. Fue en México donde Doña María emprendió su segundo negocio llamado La Pajarera, que les dio estabilidad económica en aquellos tiempos difíciles. En su tiempo de estadía en México aprendió a hacer gelatinas que no necesitan de refrigeración las cuales se vendían en gran número en aquel territorio.

Ella decidió regresar a Guatemala luego de haber vivido unos años en México. Con la producción y venta de las gelatinas que aprendió a hacer en

México, Doña María una vez más abrió su antiguo negocio donde las gelatinas tuvieron una gran aceptación.

Don Miguel Ángel regresó a Guatemala en los años 50 y se reunió con su familia para hacer crecer aún más el negocio; con la adquisición de su primer vehículo y refrigeradores para satisfacer la demanda, el negocio creció. Luego de unos años exitosos se funda la empresa formalmente. Un incendio consumió parte de la fábrica y tuvieron que trasladarse a la avenida Bolívar.

El éxito del Cuquito que tuvo la empresa atrajo la mirada de varias empresas que comenzaban a producirlo de mala calidad, por tal razón posteriormente, la empresa decidió dejarlo de producir para no poner en riesgo la marca.

La empresa creció aún más y con una demanda más grande tuvo que trasladarse una vez más para conseguir una cocina más grande. En altas horas de la noche, don Miguel Ángel permanecía estudiando libros de química buscando nuevas fórmulas y experimentándolas, fue de esta manera que nació la sopita de fideos en 1963.

En 1964 don Miguel Ángel trajo una máquina deshidratadora de consomé, fue así como se inició el negocio de la producción y venta de consomé el cual años después aumentó su demanda. Posteriormente, se añadieron la producción de cremas, especias y sazónadores que dieron a las amas de casa una forma sencilla de dar sabor a sus platillos diarios para su familia.

En los años 70 don Miguel Ángel falleció y fueron sus hijos los que tuvieron que continuar con el negocio; ellos se encargaron de llevar los

productos de la empresa a México, Estados Unidos y países del Caribe. En esta década se instaló la planta central actual.

En los años 80 fue necesaria la implementación de una nueva planta, instalada en Chimaltenango. Para esta planta fue necesaria la adquisición de maquinaria adecuada para los procesos húmedos de enlatado.

A partir del año 2000 la empresa innovó el mercado de bebidas en polvo, este producto logro posicionarse como líder del mercado en tiempo récord. De esta manera la empresa ha continuado su camino de innovar el mercado para facilitar y ahorrar tiempo en la cocina. En la actualidad, la empresa y una gran empresa multinacional se han fusionado como un solo ingrediente de éxito para seguir siendo los líderes en el mercado.

1.1.2. Ubicación geográfica

La empresa actualmente se encuentra ubicada en la avenida Petapa, ciudad de Guatemala. La empresa colinda al sureste con la colonia Villa Hermosa, al suroeste y noroeste con un barranco y al noreste con la avenida Petapa.

Figura 1. **Mapa de ubicación geográfica de la empresa**



Fuente: *Mapa de ubicación geográfica*. <https://www.google.com.gt/maps/source=tldso>.

Consulta: 5 de marzo de 2016.

1.1.3. Misión

Producir y comercializar alimentos y bebidas de alta calidad y fácil preparación para satisfacer a los consumidores.

1.1.4. Visión

Ser la empresa de alimentos más reconocida y exitosa de la región y de los mercados adyacentes, con innovación, calidad y flexibilidad, siendo líderes en donde participemos, logrando que todos consuman nuestras marcas.

1.1.5. Valores

- Orientación al cliente

Creemos en establecer relaciones permanentes con los clientes, poniendo a su disposición nuestra pericia y recursos para ser un factor en su éxito y crecimiento.

- Creatividad

Creemos en aplicar creatividad a todos los aspectos del negocio, a través de la búsqueda constante de innovación y mejora para nuestros productos y procesos.

- Integridad

Creemos en ser honestos y transparentes, protegiendo el bienestar y la reputación de la compañía y de aquellos que la conformamos.

- Lealtad

Creemos en fomentar un sentido de responsabilidad, compromiso y confianza en nuestro personal, brindando oportunidades para que cada uno desarrolle su potencial al máximo.

1.1.6. Estructura organizacional

La estructura organizacional es un marco preparado por los altos mandos de una empresa con el objetivo de dar jerarquía y autoridad. La estructura organizacional dicta orden y la manera como deben realizarse las operaciones y actividades dentro de una empresa.

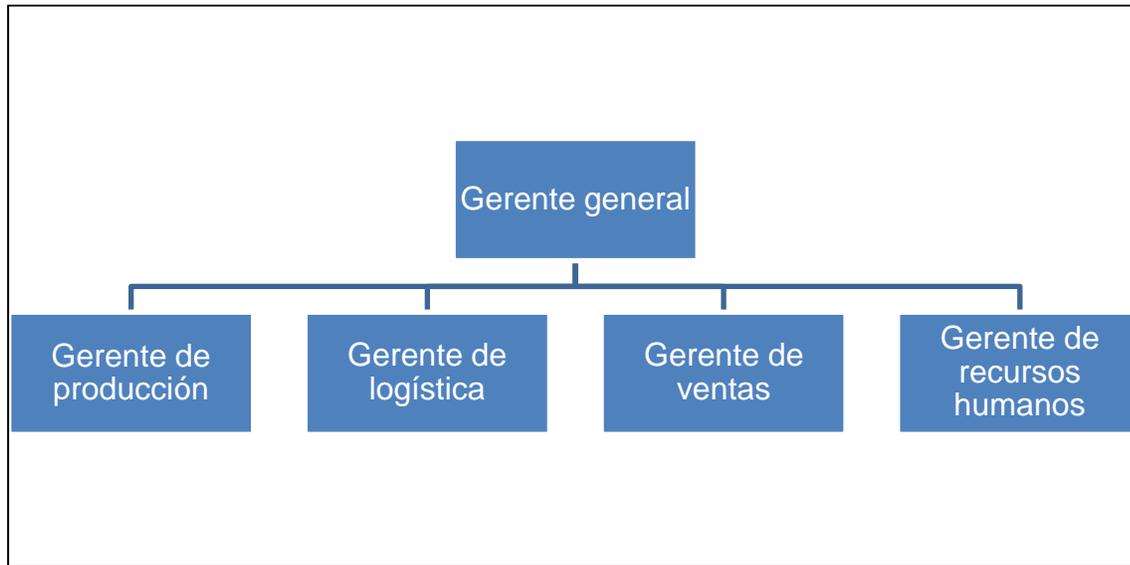
De esta manera se asignan los recursos según las prioridades de la empresa según su tipo de estructura, de esta manera la estructura organizacional permite lograr los objetivos de la empresa.

Conforme han pasado los años, la empresa ha ido perfeccionando su estructura organizacional y ha quedado con la dirección general a la cabeza, debajo se encuentran 4 áreas: manufactura, ventas, recurso humanos y logística.

1.1.6.1. Organigrama

El organigrama de la empresa se muestra en la siguiente figura, cabe resaltar que solamente se muestran los cuatro puestos gerenciales más importantes.

Figura 2. **Organigrama general de la empresa**

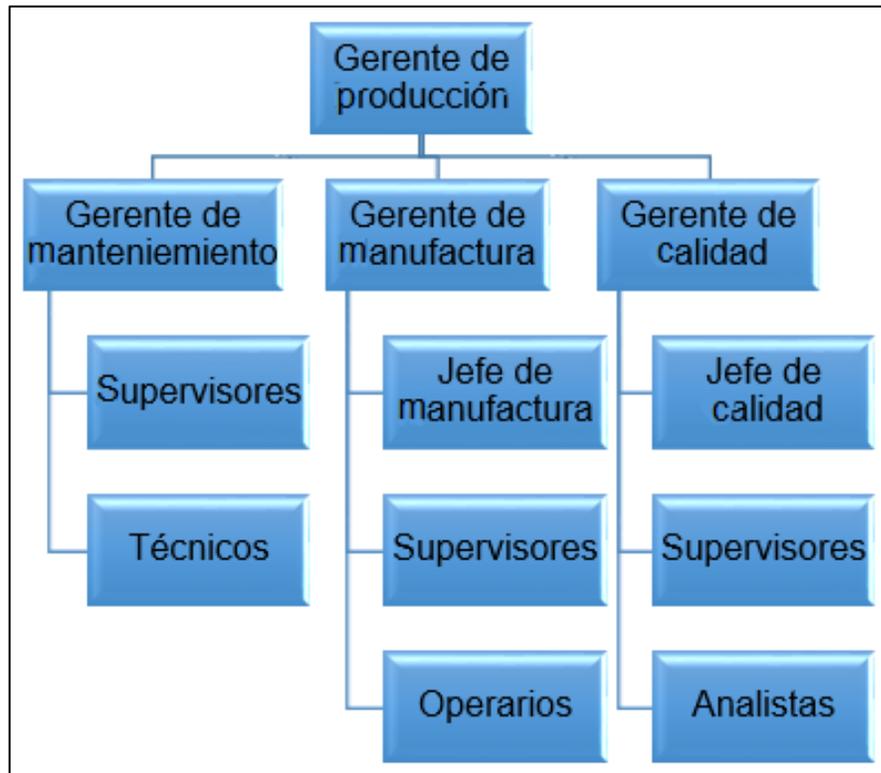


Fuente: elaboración propia.

1.1.6.2. Departamento de producción

El departamento de producción de la empresa se divide en tres partes: mantenimiento, procesos y calidad. El organigrama del departamento de producción se muestra en la figura 3.

Figura 3. Organigrama del departamento de manufactura



Fuente: elaboración propia.

1.1.6.2.1. Área de saneamiento

Área del departamento de producción donde se lavan las piezas de las máquinas, debido a que cada máquina empaqueta diferentes productos y las piezas donde el producto tiene contacto con la máquina deben lavarse cada vez que los productos tengan diferentes componentes químicos que no puedan ser mezclados en el nuevo.

En esta área se emplean diversos métodos para sanear las piezas, con una programación para que las piezas estén listas al momento de ser

necesarias para la producción. Se emplea recurso hídrico, desinfectantes y cloro para el saneamiento de las piezas.

Se cuenta también con estantes para lavado y secado, pistolas de aspersión, bombas centrifugas. Cinco personas en dos turnos diferentes son los encargados de operar el área y de mantener las piezas saneadas en los periodos necesitados.

1.2. Medio ambiente

“Medio ambiente es un sistema global complejo, de múltiples y variadas funciones, y con una cantidad innumerable de interacciones que ocurren en un proceso dinámico y evolutivo, integrado por el conjunto de los sistemas físico, biológico, social, económico, político y cultural en que vive el hombre y demás organismos.”⁴

“El hombre tiene derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio ambiente de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio ambiente para las generaciones presentes y futuras.”⁵

Actualmente, el ser humano ve el medio ambiente como el entorno donde cual se desarrolla, pero olvida que su protección es indispensable ya que existe una constante interacción entre los mismos y lo que sucede en el medio ambiente afecta al ser humano y viceversa. Por lo tanto, se concluye que el ser humano y el medio ambiente son dependientes entre sí.

⁴ HAJEK, Ernst R. *Pobreza y medio ambiente en América Latina*. p. 60.

⁵ Organización de Naciones Unidas. *Declaración de Estocolmo*. p. 80.

1.2.1. Vulnerabilidad

“Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala de 0 o sin daño a 1 o pérdida total.”⁶

Según la definición realizada por Undroy la Unesco para unificar definiciones; se concluye que la vulnerabilidad es la susceptibilidad de una cosa, persona, grupo o comunidad de sufrir daños ante un desastre de cualquier tipo.

Cuando se habla de vulnerabilidad es preciso saber que se abarca la exposición física al peligro, capacidad de recuperación ante el desastre y el efecto que el desastre tendrá en actividades socioeconómicas de la población, grupo o persona.

1.2.1.1. Tipos de vulnerabilidad

Según el marco conceptual y metodológico sobre vulnerabilidades llamado La vulnerabilidad asociada a los desastres publicado por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), los tipos de vulnerabilidad son:

- Vulnerabilidad física: se refiere a la localización de la población en zona de riesgo físico, condición provocada por la pobreza y la falta de oportunidades para una ubicación de menor riesgo.

⁶ Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator (UNDRO). *Natural disasters and vulnerability analysis*. p. 105.

- Vulnerabilidad económica: se observa una relación indirecta entre los ingresos económicos en los niveles nacional, regional, local o poblacional y el impacto de los fenómenos físicos.
- Vulnerabilidad social: se produce un grado deficiente de organización y cohesión interna de la sociedad bajo riesgo, que limita su capacidad de prevenir, mitigar o responder a situaciones de desastres, asimismo su capital social es insuficiente para lograr alianzas que permitan su recuperación.
- Vulnerabilidad técnica: se refiere a las inadecuadas técnicas de construcción de viviendas, edificios e infraestructura básica utilizadas en áreas de riesgo (incapacidad de control y manejo de las tecnologías frente a los riesgos).
- Vulnerabilidad educativa: se refiere a las altas tasas de analfabetismo, niveles bajos de escolaridad, falta de programas educativos que proporcionen información sobre el medio ambiente, sobre el entorno, los desequilibrios y las formas adecuadas de comportamiento individual o colectivo en caso de amenaza o de situación de desastre (conocimiento de las realidades locales y regionales para hacer frente a los problemas).
- Vulnerabilidad ambiental: relacionada con la pérdida de la convivencia armónica del ser humano con la naturaleza, por la dominación por destrucción. (Vulnerabilidad de los ecosistemas frente a los efectos directos o indirectos de la acción humana, y por otra, altos riesgos para las comunidades que los explotan o habitan).
- Vulnerabilidad institucional: está relacionada con la obsolescencia y rigidez de las instituciones, en las cuales la burocracia, la prevalencia de la decisión política y el dominio de criterios personalistas, impiden

respuestas adecuadas y ágiles a la realidad existente y demoran el tratamiento de los riesgos o efectos.

- Vulnerabilidad política: concentración de la toma de decisiones, centralismo en la organización gubernamental y la debilidad en la autonomía de los ámbitos regionales, locales y comunitarios, lo que impide afrontar los problemas.

1.2.2. Medio ambiente en Guatemala

“La superficie territorial de Guatemala es de 108 889 km². Por su extensión, Guatemala ocupa el puesto número 106 de los 247 países del mundo, el décimo quinto del continente americano y el tercero en América Central, después de Nicaragua y Honduras.”⁸

“Guatemala está en una encrucijada: el uso insostenible y deterioro de nuestro patrimonio natural camina a paso acelerado. La brecha entre lo que extraemos de la naturaleza y lo que esta puede continuar brindándonos sin dañarla crece cada día; también crece la brecha entre los desechos que devolvemos al ambiente y la capacidad de los ecosistemas de absorberlos. De seguir así, nuestro ya vulnerable y frágil sistema colapsará y con él, la economía, el tejido social y nuestra dignidad.”⁹

“Hay instituciones débiles con poco presupuesto, personal sobrecargado y a veces no preparado y con poca capacidad para hacer cumplir la ley. Por

⁸ MARN-URL/IARNA-PNUMA. *Informe ambiental del Estado de Guatemala*. p. 25.

⁹ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). *Documento base del pacto ambiental en Guatemala*. p. 16.

ejemplo, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, ha tenido el mismo presupuesto en los últimos 15 años.”¹⁰

La protección y conservación de la calidad del medio ambiente debe ser buscada de manera incesante ya que muchas de las enfermedades que hoy en día se presentan en el país pueden estar asociadas con la calidad del aire y del agua que se consume. Otro de los problemas que puede estar asociado con la calidad del medio ambiente es la mortalidad infantil.

1.2.2.1. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

“El MARN es la entidad del sector público especializada en materia ambiental y de bienes y servicios naturales del sector público, al cual le corresponde proteger los sistemas naturales que desarrollen y dan sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones, fomentando una cultura de respeto y armonía con la naturaleza y protegiendo, preservando y utilizando racionalmente los recursos naturales.”¹¹

La misión y visión se describen en el portal oficial del MARN donde se describe lo siguiente:

Misión

Somos la institución que coordina, cumple y hace que se cumplan las políticas y el ordenamiento jurídico concernientes a la prevención de la

¹⁰ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). *Documento base del pacto ambiental en Guatemala*. p. 16.

¹¹ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. MARN. <http://marn.gob.gt/>. Consulta: 18 de abril de 2016.

contaminación, conservación, protección y mejoramiento del ambiente para asegurar el uso racional, eficiente y sostenible de los recursos naturales.

Visión

Garantizar el cumplimiento del derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado de la población guatemalteca.

1.2.2.2. Legislación ambiental

En la actualidad, Guatemala cuenta con legislación ambiental que abarca generalidades de la protección del medio ambiente, formulando regulaciones poco fuertes o explícitas. Entre las leyes que formulan artículos sobre medio ambiente están:

- Constitución Política de la República de Guatemala
- Ley de Áreas Protegidas
- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente

Actualmente, se tiene la necesidad de contar con legislación más específica en cada tema que involucre el medio ambiente, las cuales a la fecha son muy generalizadas y no tienen la repercusión esperada que lleve a una mejor conservación del medio ambiente.

1.2.2.2.1. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente

Esta ley en los artículos 11, 12 y 13 dicta sus objetos y alcances; a continuación, se presentan los tres artículos.

Capítulo I

Del objeto de la ley

Artículo 11: la presente ley tiene por objeto velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país.

Artículo 12: son objetivos específicos de la ley, los siguientes:

- a) La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como la prevención del deterioro y mal uso o destrucción de los mismos, y la restauración del medio ambiente en general;
- b) La prevención, regulación y control de cualesquiera de las causas o actividades que origine deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos, y excepcionalmente, la prohibición en casos que afecten la calidad de vida y el bien común calificados así, previos dictámenes científicos y técnicos emitidos por organismos competentes;
- c) Orientar los sistemas educativos, ambientales y culturales, hacia la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y la educación a todos los niveles para formar una conciencia ecológica en toda la población;
- d) El diseño de la política ambiental y coadyuvar en la correcta ocupación del espacio;
- e) La creación de toda clase de incentivos y estímulos para fomentar programas e iniciativas que se encaminen a la protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente;
- f) El uso integral y manejo racional de las cuencas y sistemas hídricos;
- g) La promoción de tecnología apropiada y aprovechamiento de fuentes limpias para la obtención de energía;
- h) Salvar y restaurar aquellos cuerpos de agua que estén amenazando o en grave peligro de extinción;

- i) Cualesquiera otras actividades que se consideren necesarias para el logro de esta ley.

Artículo 13: para los efectos de la presente ley, el medio ambiente comprende: los sistemas atmosféricos (aire); hídrico (agua); lítico (roca y minerales); edáfico (suelos); biótico (animales y plantas); elementos audio-visuales y recursos naturales y culturales.¹³

1.3. Recurso hídrico

“El agua de la Tierra se encuentra naturalmente en varias formas y lugares: en la atmósfera, en la superficie, bajo tierra y en los océanos. El agua dulce representa sólo el 2,5 % del agua de la Tierra, y se encuentra en su mayoría congelada en glaciares y casquetes glaciares. El resto se presenta principalmente en forma de agua subterránea, y solo una pequeña fracción se encuentra en la superficie o en la atmósfera.”¹⁴

“Casi toda el agua dulce que no está congelada se encuentra bajo la superficie en forma de agua subterránea. Las aguas subterráneas, que en general son de muy buena calidad, se están extrayendo principalmente para obtener agua potable y ayudar a la agricultura en los climas áridos.”¹⁵

“Sin duda, el agua es una sustancia abundante en la Tierra y el principal constituyente de los seres vivos; asimismo, es una importante fuerza que constantemente está cambiando la superficie terrestre.”¹⁶

¹³ Congreso de la República de Guatemala. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente*. p. 16.

¹⁴ Organización de Naciones Unidas. *Segundo informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*. p. 11.

¹⁵ DELGADO, Carlos Díaz. *Recursos hídricos: conceptos básicos y estudios de caso en Iberoamérica*. p. 120.

¹⁶ BRAVOSÁNCHEZ, Álvaro A. *Agua: un recurso escaso*. p. 46.

1.3.1. Tipos de recurso hídrico

Los cuerpos de agua que existen en el planeta se pueden dividir en dos ramas: el agua subterránea y el agua superficial.

- Agua subterránea

“Es aquella parte del agua existente bajo la superficie terrestre que puede ser colectada mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje o la que fluye naturalmente hacia la superficie a través de manantiales o filtraciones a los cursos fluviales.”¹⁷

- Agua superficial

“Al agua de la precipitación que no se infiltra en el suelo o que regresa a la atmósfera, por evaporación o transpiración, se conoce como agua superficial. Esta es el agua dulce que se encuentra sobre la superficie del planeta Tierra en ríos, lagos, pantanos y rebalses o depósitos artificiales.”¹⁸

En la siguiente tabla se describen los porcentajes de agua que abarcan el agua subterránea y el agua superficial.

¹⁷ BRAVOSÁNCHEZ, Álvaro A. *Agua: un recurso escaso*. p. 46.

¹⁸ BRAVOSÁNCHEZ, Álvaro A. *Agua: un recurso escaso*. p. 49.

Tabla I. **Distribución de agua en el planeta**

Reservorio	Porcentaje de agua total	Porcentaje de agua potable
Océanos y mares	96,5	3,5
Hielo y nieve	1,8	69,6
<i>Agua subterránea</i>		
Dulce	0,76	30,1
Salada	0,93	
<i>Agua superficial</i>		
Lago de agua dulce	0,007	0,26
Lagos salinos	0,006	
Marjales	0,0008	0,03
Ríos	0,0002	0,006
Humedad del suelo	0,0012	0,05
Atmósfera	0,001	0,04
Biomasa	0,0001	0,003

Fuente: elaboración propia.

1.3.2. Recurso hídrico en Guatemala

Los análisis del Insivumeh permiten estimar el capital hídrico con el que cuenta Guatemala que se estima en metros cúbicos al año.

“Se estima que Guatemala tiene una disponibilidad de más de 97 mil millones de metros cúbicos anuales de agua, cantidad 7 veces mayor al límite de riesgo hídrico establecido por estándares internacionales al relacionarla con su población. Dicha disponibilidad es función del régimen ordinario del ciclo hidrológico y se ve afectada por la variabilidad climática extrema expresada por la sequía (como la del año hidrológico 2009-2010) o por las inundaciones (como las acaecidas con la tormenta Agatha 2010).”¹⁹

¹⁹ Gabinete Específico del Agua, Gobierno de Guatemala. *Política nacional del agua en Guatemala y su estrategia*. p. 120.

Guatemala no cuenta con capacidad instalada para regular y almacenar el agua -el índice estacional de almacenamiento equivale al 1,5 % de su capital hídrico- lo que significa precarias posibilidades de asegurar la dotación de agua a las diversas demandas y la gestión apropiada de los riesgos naturales, todo lo cual impacta la salud, el ambiente y las oportunidades productivas.

Para responder a los retos hídricos citados es necesario también enfocarnos en las oportunidades que tiene Guatemala, debido a su riqueza hídrica. Hoy más que nunca es necesario desarrollar capacidades nacionales de gestión y gobernanza para aprovechar el capital hídrico en beneficio del desarrollo humano y productivo y en función de mejorar y recuperar el ambiente.

El Gobierno de Guatemala prioriza el tema agua por su relevante contribución al desarrollo del país y adopta medidas gubernamentales generales; en el 2008 crea el Gabinete Específico del Agua -GEA- (Acuerdo Gubernativo 204-2008) y le asigna como parte de sus objetivos y funciones la revisión y actualización de la propuesta de Política y Estrategia de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (SEGEPLAN, 2006)

1.3.2.1. Sistema hidrográfico de Guatemala

El *Informe ambiental del Estado de Guatemala* describe las tres vertientes en las que se divide el sistema hidrográfico del país.

Los sistemas montañosos determinan tres grandes regiones hidrográficas o vertientes: la vertiente del océano Pacífico (24 016 km²), y la vertiente del Atlántico que a su vez se divide en dos: la vertiente del Atlántico Caribe (34 143

km²) de los ríos que desembocan en el golfo de Honduras y la vertiente del golfo de México (50 730 km²) de los ríos ubicados en la península de Yucatán.

“La vertiente del Pacífico contiene 18 cuencas de ríos cortos y de curso rápido e impetuoso.”²¹

“Los diez ríos que desembocan en el golfo de Honduras son extensos y profundos, propios para la navegación y la pesca; entre los más importantes están: el río Motagua o río Grande y el Río Dulce, desagüe natural del lago de Izabal. De los diez ríos de la vertiente del Golfo de México sobresalen el río La Pasión y el Chixoy o Negro, afluentes del Usumacinta, el río más largo y caudaloso de América Central, y frontera natural entre Guatemala y México.”²²

1.3.2.2. Legislación del recurso hídrico

El GEA realiza estas acciones con base en los 4 ejes de acción de su Plan de trabajo estratégico 2009-2011 y Estrategia de monitoreo de resultados, que reflejan el ordenamiento institucional y conceptual del agua en Guatemala y que han guiado las intervenciones de las entidades públicas del sector hídrico durante el período 2008-2011.

De esta manera, el Gabinete Específico del Agua da vida a la política nacional del agua y a la estrategia nacional del agua como referente en Guatemala para contribuir al desarrollo social, económico y ambiental del país confirmando la adopción del paradigma de la gestión integrada de los recursos hídricos, y reafirmando la soberanía del estado sobre las aguas de su territorio y de brindar agua para todos con paz social.

²¹ MARN-URL/IARNA-PNUMA. *Informe ambiental del Estado de Guatemala*. p. 95.

²² Gabinete Específico del Agua, Gobierno de Guatemala. *Política nacional del agua en Guatemala y su estrategia*. p. 132.

Aunque ya se ha abordado el tema y el Estado de Guatemala ha dado pasos grandes creando un Gabinete Específico del Agua que dio paso a la política nacional del agua, el tema no ha sido gestionado con leyes que pongan en práctica lo plasmado en la política nacional del agua. Debido a otro tipo de intereses en el Congreso de la Republica aún no se ha dado paso a la creación de esta ley tan importante y necesaria en el país que gestione y norme el uso y consumo del agua.

1.3.2.2.1. Constitución Política de la República de Guatemala

La Constitución Política de la República de Guatemala no norma específicamente lo relativo al agua, pero si dicta generalidades. Entre estas están:

Artículo 97.- Medio ambiente y equilibrio ecológico. 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 el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

En el artículo 97 se dicta que el Estado, municipalidades y habitantes del país son los obligados de garantizar que la utilización y aprovechamiento del agua sea racional evitando su desperdicio.

Artículo 121.- Bienes del Estado. Son bienes del estado:

- b. Las aguas de la zona marítima que ciñe las costas de su territorio, los lagos, ríos navegables y sus riberas, los ríos, vertientes y arroyos que sirven de límite internacional de la República, las caídas y nacimientos de agua de aprovechamiento hidroeléctrico, las aguas subterráneas y otras que sean susceptibles de regulación por la ley y las aguas no aprovechadas por particulares en la extensión y término que fije la ley.

Por su parte el artículo 121 declara que todo tipo de agua dentro del territorio nacional es un bien del estado.

“Artículo 127.- Régimen de aguas. Todas las aguas son 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.”²⁸

En el artículo 127 se vuelve a remarcar que todas las aguas son de dominio público y su utilización se otorgará por formas establecidas en ley.

La Constitución Política no regula de manera directa el tema del medio ambiente, sin embargo, muestra generalidades del mismo. El artículo 64 declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la nación, el artículo 97 dicta la importancia del equilibrio ecológico y la protección del medio ambiente. El artículo 121 incisos b dicta que las aguas nacionales son bienes del Estado.

²⁸ Asamblea Nacional Constituyente, Estado de Guatemala. *Constitución Política de la República de Guatemala*. p. 98.

1.3.2.2.2. Política Nacional del Agua en Guatemala

La *Política Nacional del Agua en Guatemala* nace como producto de la formación y gestión del Gabinete Específico de Agua, sus objetivos se plasman en su contenido y se presentan a continuación:

Objetivo general

Asegurar la contribución del agua al cumplimiento de metas y objetivos de desarrollo económico, social y ambiental del país, mediante la institucionalización del sistema nacional de gestión y gobernanza del agua que satisfaga el mayor número de demandas, prevea los requerimientos futuros, gestione los riesgos hídricos y proteja el bien natural, en un marco de armonía social, desarrollo humano transgeneracional y soberanía nacional.

Objetivos específicos

1. Contribuir al mejoramiento de las condiciones de calidad de vida, bienestar individual y social como parte del desarrollo humano de los habitantes de Guatemala, mediante el mejoramiento de la gestión pública sostenible de los servicios públicos de agua potable y saneamiento y de las prácticas de manejo del agua para el consumo humano.
2. Contribuir a la adaptación nacional al cambio climático mediante la conservación, protección y mejoramiento de las fuentes de agua y de los bosques, suelos y riberas de ríos que regulan el ciclo hidrológico en cuencas.

3. Contribuir con los objetivos de desarrollo económico y social y con la adaptación nacional al cambio climático, mediante la gobernabilidad y gestión eficaz del agua, la planificación hidrológica y el sistema nacional de obras hidráulicas que regulen el ciclo hidrológico para satisfacer el mayor número de demandas, prever requerimientos futuros y gestionar los riesgos hídricos.
4. Adoptar gradualmente un sistema nacional de gestión del agua que promueva la modernización del régimen legal e institucional para asegurar la implementación de acciones de planificación, programación y presupuesto vinculadas a las políticas sociales, económicas, ambientales y de relaciones exteriores del país.
5. Contribuir al logro de los valores de justicia, seguridad y bien común del país, mediante la implementación de los lineamientos y principios de negociación que establezcan esquemas de compensación para proteger los cursos de agua internacionales a través de tratados bilaterales y que primero Guatemala debe satisfacer las necesidades de su población, economía y ambiente.

1.3.2.2.3. Código Municipal (Decreto 12-2002)

El *Código Municipal* fue creado por el Congreso de la República de Guatemala con el objetivo de dar una forma de organizar, gobernar, administrar y hacer funcionar los diferentes municipios del país.

Con respecto a temas del agua en el *Código Municipal* se plasman los siguientes artículos referentes al tema.

Artículo 68. Competencias propias del municipio.

Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios, y son las siguientes:

- a) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos; limpieza y ornato.

El artículo 68 dicta que una de las competencias propias del municipio es el abastecimiento de agua potable y clorada a las casas del territorio municipal y alcantarillado.

Artículo 147. Licencia o autorización municipal de urbanización.

La municipalidad está obligada a formular y efectuar planes de ordenamiento territorial y de desarrollo integral de su municipio, en los términos establecidos por las leyes. Las lotificaciones, parcelamientos, urbanizaciones y cuales quiera otra forma de desarrollo urbano o rural que pretendan realizar o realicen el Estado o sus entidades o instituciones autónomas y descentralizadas, así como personas individuales o jurídicas, deberán contar con licencia municipal. Tales formas de desarrollo deben cumplir con los requisitos que señalen otras leyes y, en todo caso, cumplir como mínimo con los servicios públicos siguientes:

- a) Agua potable y sus correspondientes instalaciones, equipos y red de distribución.

En el artículo 147 se estipula que la municipalidad es encargada de extender licencia o autorización para instalación de equipo y red de distribución de agua potable.

2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

2.1. Normas internas de recurso hídrico

Al momento cuando la empresa fue adquirida por la compañía multinacional tuvo que incorporar todas las normas internas que esta compañía maneja y adaptarse a diversos cambios. Se tienen múltiples normas internas de distintos temas y asuntos que hacen a la empresa más productiva y responsable con el medio ambiente, entre otros aspectos importantes.

2.1.1. Manejo de desperdicio de agua

Esta norma hace énfasis en la escasez de agua que se ha presentado en los últimos años y en la importancia del uso eficiente del recurso para obtener una empresa sostenible y rentable. Asimismo, se resalta que si fuera necesario invertir en tecnología o equipo para abordar el tema debe realizarse según las posibilidades de la empresa, pero dándole grado alto de relevancia. La protección y sostenibilidad del agua son temas de gran importancia en la empresa ya que consideran que abordar este tema les da mejor rentabilidad, mayor compromiso con la sociedad y el medio ambiente.

El objetivo de la norma es dar una guía para minimizar el consumo de agua en los lugares donde más se utiliza dicho recurso. Otro de los objetivos de la norma es identificar oportunidades para disminuir costos para reducir el consumo y desperdicio de agua; realizar un menor tratamiento del agua y menos descarga a los alcantarillados.

Con la aplicación de la norma se obtiene una mejor imagen corporativa, que protege el medio ambiente y reduciendo el consumo de agua.

2.2. Recurso hídrico en la empresa

El recurso hídrico que la empresa utiliza actualmente es extraído de un pozo propio que se alimenta de agua subterránea; posteriormente, el agua es contabilizada por un contador central y distribuida a 18 sectores de la empresa los cuales cuentan con un contador que permite realizar lecturas y, por lo tanto, medir el consumo.

2.2.1. Disponibilidad del recurso

La empresa cuenta con dos pozos propios de agua subterránea: uno es utilizado para dotar de agua al área de manufactura y el otro es utilizado para proveer el recurso al área administrativa. El consumo de cada uno de estos es medido con un contador, el cual permite saber con certeza cuánta agua se consume en las áreas Administrativa de Manufactura. A continuación, se desglosa el consumo de agua en toda la empresa, de acuerdo a las lecturas de los dos contadores centrales.

Tabla II. **Consumo de agua en la empresa**

	10 Meses (metros cúbicos)	Promedio mensual (metros cúbicos)
Área de manufactura	6 528,0	652,8
Área administrativa	3 513,0	351,3
Total consumo de agua en la empresa	1 0041,0	1 004,1

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, la empresa dispone de una cantidad de agua capaz de satisfacer el consumo actual de la empresa. Es decir, el pozo del área de manufactura es capaz de proveer aproximadamente 652,8 metros cúbicos de agua y el pozo del área administrativa es capaz de proveer aproximadamente 351,3 metros cúbicos al mes.

Entre los dos pozos son capaces de proveer aproximadamente 1 004,1 metros cúbicos al mes, lo cual permite a la empresa desarrollar sus actividades diarias sin ninguna limitación y con total satisfacción a lo que el uso del agua se refiere.

Cabe resaltar que según estudios realizados a los pozos de la empresa, que no existe riesgo cercano de sequía en ninguno de los pozos ya que el consumo y producción de agua se realiza casi en la misma medida.

2.2.2. Usos del recurso hídrico

El recurso hídrico es utilizado en distintas actividades dentro de la empresa, cabe destacar que la empresa no emplea el recurso de forma directa en la producción. El agua se utiliza tanto en el área administrativa como en el área de manufactura; en el área administrativa es utilizada solamente para servicios sanitarios.

Por otro lado, en el área de manufactura el recurso es utilizado para servicios sanitarios, cafetería, lavado de tarimas, lavado de manos en ingreso a planta y otros departamentos, pruebas de componentes químicos de los productos, saneamiento de piezas de las máquinas, pruebas en planta de tratamiento de agua, entre otros usos.

En el departamento de producción se utiliza el agua para el lavado de manos en el ingreso a planta como medida de inocuidad en los procesos, en el laboratorio de sensorial para pruebas para el aseguramiento del contenido del producto entregado al consumidor y en el área de saneamiento para el lavado de las piezas de las máquinas al momento de que estas trabajan con otros productos y no pueden mezclarse sus componentes. El área de saneamiento es el área en la que más consumo se tiene de las tres áreas del departamento.

2.2.3. Mapa de contadores de agua

Se ven algunas tuberías principales de distribución y las áreas donde el agua es empleada.

2.3. Mediciones del recurso hídrico consumido en departamento de producción

En la tabla II se describió el consumo de agua actual en la empresa; y de un aproximado de 1 004,1 metros cúbicos al mes. En el departamento de producción se consume un total de 130,15 metros cúbicos al mes. En la siguiente tabla se describe a continuación el consumo aproximado de agua por mes y al día en el departamento.

Tabla III. Consumo de agua en el departamento de producción

Semana/área	Total de metros cúbicos 10 meses	Promedio metros cúbicos al mes	Promedio metros cúbicos al día
Saneamiento	1112	111,2	3,71
Sensorial	89,4	8,94	0,30
Ingreso a planta	100,1	10,01	0,33
Total de metros cúbicos consumidos	1301,5	130,15	4,34

Fuente: elaboración propia.

2.3.1. Consumo de agua en la aduana de ingreso a planta

El consumo de agua en esta área es de aproximadamente de 10,1 metros cúbicos por mes, el desglose del promedio anterior se detalla a continuación.

Tabla IV. Consumo de agua en la aduana de ingreso a planta

Semana / área	1	2	3	4	5	6	Total mes (metros cúbicos)
JUNIO DEL 2015							
Ingreso a planta	2,8	2,3	2,3	2,5	0,3	0	10,2
JULIO DEL 2015							
Ingreso a planta	2,8	2,3	2,3	2,5	0,3	0	10,2
AGOSTO DEL 2015							
Ingreso a planta	2	2,2	2,6	2,2	0,2	0	9,2
SEPTIEMBRE DEL 2015							
Ingreso a planta	1,4	2,5	2,1	2,7	1,4	0	10,1
OCTUBRE DEL 2015							
Ingreso a planta	3,5	2,9	2,6	3	0	0	12
NOVIEMBRE DEL 2015							
Ingreso a planta	2,9	3	2,9	2,8	0,4	0	12
DICIEMBRE DEL 2015							
Ingreso a planta	2,4	2,3	2,2	1	0,6	0	8,5
ENERO DEL 2016							
Ingreso a planta	2,4	2,5	2,6	2,5	0	0	10
FEBRERO DEL 2016							
Ingreso a planta	2,4	2,2	2,3	2,3	0,3	0	9,5
MARZO DEL 2016							
Ingreso a planta	1,6	2,5	2,6	1,2	0,5	0	8,4
TOTAL 10 MESES							100,1
PROMEDIO AL MES							10,01

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Consumo de agua en el laboratorio de sensorial

El consumo en esta área es de aproximadamente de 8,94 metros cúbicos por mes, el desglose del promedio anterior se detalla a continuación.

Tabla V. Consumo de agua en laboratorio de sensorial

Semana / área	1	2	3	4	5	6	Total mes (m ³)	
JUNIO DEL 2015								
Sensorial	2,1	2,7	2,4	2,1	0,5	0	9,8	
JULIO DEL 2015								
Sensorial	1,9	2,4	2	2	2	0	10,3	
AGOSTO DEL 2015								
Sensorial	2,3	2,3	2,3	2,3	0,2	0	9,4	
SEPTIEMBRE DEL 2015								
Sensorial	1,3	2,6	1,5	2,3	1,4	0	9,1	
OCTUBRE DEL 2015								
Sensorial	2,9	2,4	2	2,1	0	0	9,4	
NOVIEMBRE DEL 2015								
Sensorial	2	2,3	1,8	2,1	0,2	0	8,4	
DICIEMBRE DEL 2015								
Sensorial	1,7	2	1,4	1,3	0,3	0	6,7	
ENERO DEL 2016								
Sensorial	1,8	2,4	2,2	2,3	0	0	8,7	
FEBRERO DEL 2016								
Sensorial	1,6	2,1	2	2,4	0,4	0	8,5	
MARZO DEL 2016								
Sensorial	1,6	2,7	2,5	1,2	1,1	0	9,1	
						TOTAL 10 MESES		89,4
						PROMEDIO AL MES		8,94

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Consumo de agua en el área de saneamiento de piezas

El consumo en esta área es de aproximadamente de 111,2 metros cúbicos por mes y 11,1 metros cúbicos diarios, el desglose del promedio anterior se detalla a continuación.

Tabla VI. Consumo de agua en el área de saneamiento de piezas

Semana / área	1	2	3	4	5	6	Total mes (m ³)	
JUNIO DEL 2015								
Saneamiento	25	26	29	24	5	0	109	
JULIO DEL 2015								
Saneamiento	24	24	23	23	17	0	111	
AGOSTO DEL 2015								
Saneamiento	26	22	29	22	7	0	106	
SEPTIEMBRE DEL 2015								
Saneamiento	20	18	21	34	19	0	112	
OCTUBRE DEL 2015								
Saneamiento	51	34	31	37	0	0	153	
NOVIEMBRE DEL 2015								
Saneamiento	28	33	28	25	4	0	118	
DICIEMBRE DEL 2015								
Saneamiento	28	26	28	12	14	0	108	
ENERO DEL 2016								
Saneamiento	28	28	27	27	0	0	110	
FEBRERO DEL 2016								
Saneamiento	30	28	30	20	3	0	111	
MARZO DEL 2016								
Saneamiento	20	20	17	8	9	0	74	
TOTAL								1112
POR MES								111,2

Fuente: elaboración propia.

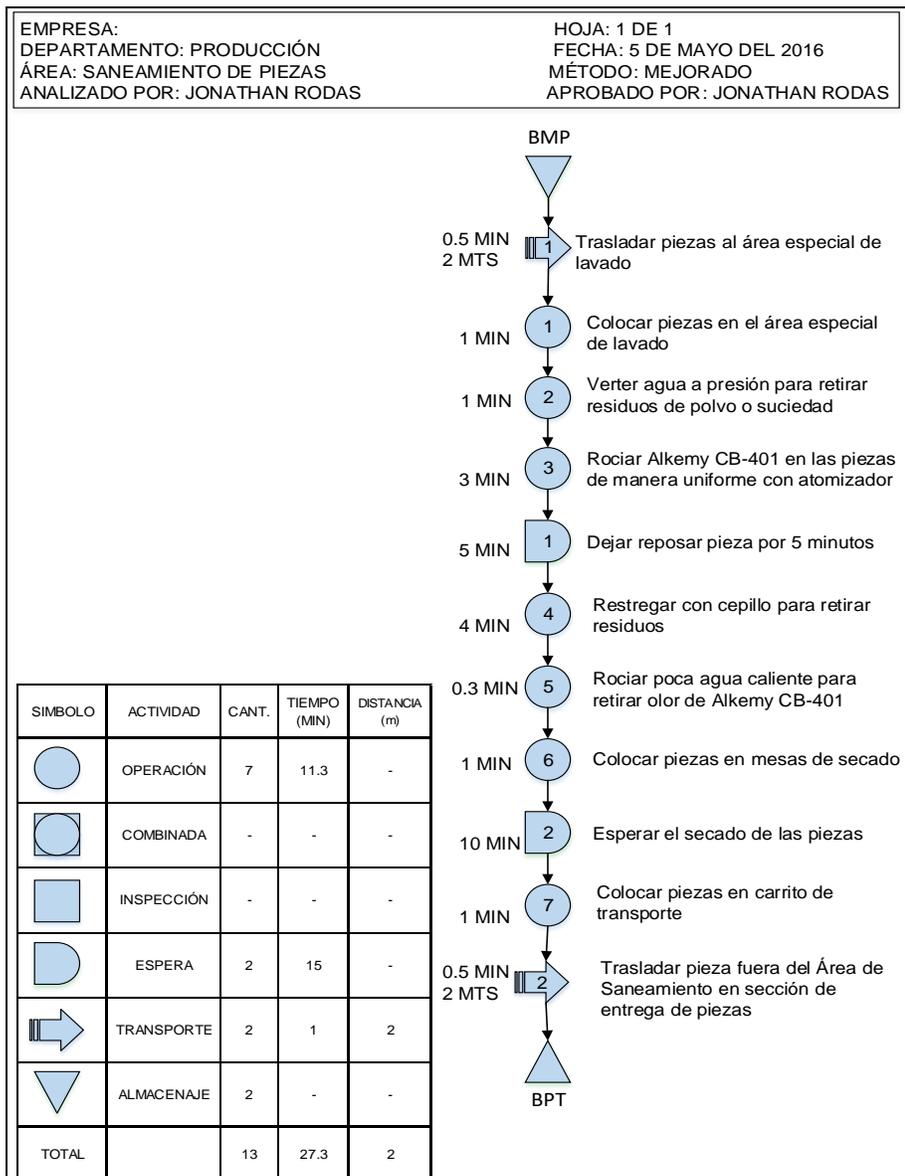
2.4. Procedimientos empleados en el área de saneamiento

Los procedimientos empleados en esta área de se describen detalladamente a continuación en los siguientes subincisos.

2.4.1. Diagrama del proceso del lavado de piezas

A continuación, se describe el proceso de lavado de piezas en la figura 5.

Figura 4. Diagrama del proceso de lavado de piezas

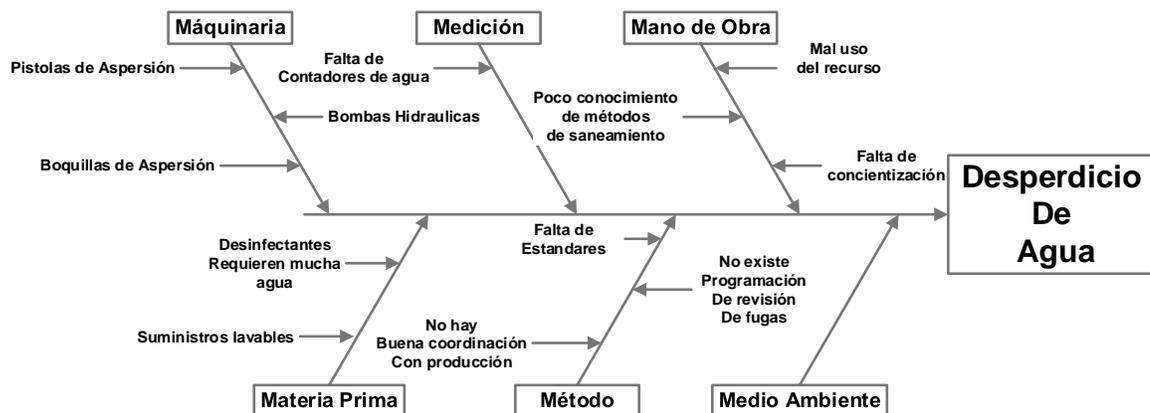


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

2.4.2. Análisis de causa-efecto del desperdicio del recurso hídrico

A continuación, se describe el diagrama de causa y efecto de desperdicio de agua en el área de saneamiento en la figura 6.

Figura 5. Diagrama de causa y efecto de desperdicio de agua en el área de saneamiento



Fuente: elaboración propia.

Este diagrama será utilizado posteriormente para realizar una encuesta a los trabajadores del área de saneamiento que permita determinar las principales causas del desperdicio del agua en el área.

2.4.3. Diagrama de Pareto del desperdicio de agua

El diagrama de Pareto del desperdicio de agua se realizó con el punto de vista de los trabajadores del área, con los problemas encontrados en el diagrama de causa y efecto se procedió a realizar una encuesta a los trabajadores para determinar cuál era la causa del desperdicio de agua.

Se realizó la encuesta, cada trabajador daba su opinión valorizando a tres de estas causas, la mayor con un tres, seguida de la segunda con un dos y, por último, la causa menos avistada pero que sucedía de igual manera, con un uno. La encuesta se presenta en la siguiente tabla.

Tabla VII. **Encuesta de puntuaciones de causas de desperdicio de agua**

Núm.	Causa	1	2	3	4	5	6	Total
1	Fugas visibles	0	0	1	2	0	0	3
2	Mal uso del recurso	3	1	0	3	1	3	11
3	Recurso empleado en suministros lavables	0	3	3	0	2	1	9
4	Desinfectantes requieren basto recurso para diluirse	2	2	2	0	0	0	6
5	Desgaste de boquillas de aspersión	1	0	0	1	0	0	2
6	Plazos cortos de entrega, trabajo apresurado	0	0	0	0	3	2	5

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se realizó la suma de las puntuaciones para desarrollar una tabla de sumatoria de frecuencias mostrada en la siguiente tabla.

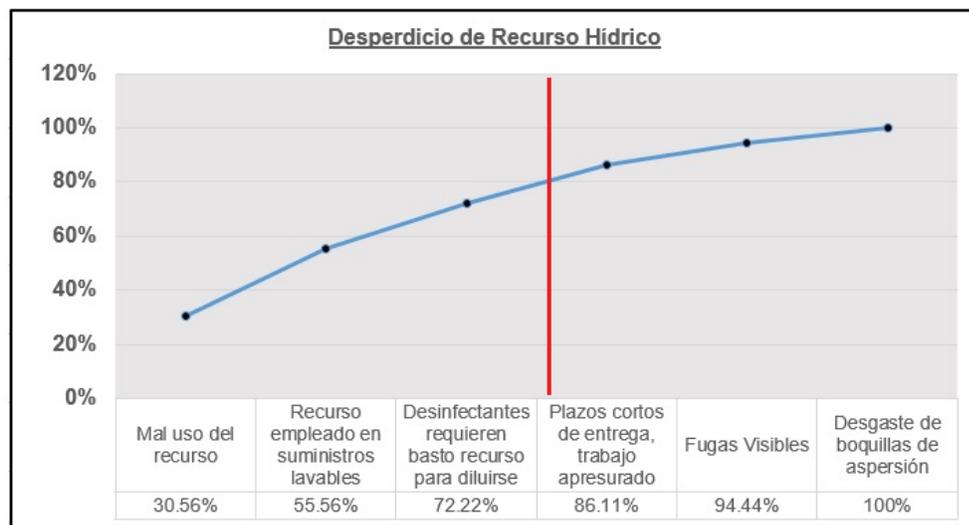
Tabla VIII. **Puntuaciones finales y sumatoria de frecuencias**

Núm.	Causa	Puntuación	Sumatoria
1	Mal uso del recurso	11	30,56 %
2	Recurso empleado en suministros lavables	9	55,56 %
3	Desinfectantes requieren basto recurso para diluirse	6	72,22 %
4	Plazos cortos de entrega, trabajo apresurado	5	86,11 %
5	Fugas visibles	3	94,44 %
6	Desgaste de boquillas de aspersión	2	100 %
Total		36	

Fuente: elaboración propia.

La información anterior permitió realizar el diagrama de Pareto, para que de esta forma se pueda determinar cuáles son las causas del desperdicio de agua en el área según los trabajadores.

Figura 6. **Diagrama de Pareto de desperdicio de recurso hídrico**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Por lo tanto, con referencia al principio de Pareto, se concluye que el 80 % del desperdicio del agua, según los trabajadores del área, es generado por el mal uso del recurso, por emplear el recurso en suministros lavables y por qué los desinfectantes utilizados en el área requieren de cantidades grandes de agua para removerse.

2.5. **Equipo y herramientas empleadas en el área de saneamiento**

El equipo y herramientas empleadas en el área de saneamiento se desglosan en los siguientes subincisos.

2.5.1. Mangueras

En el área de saneamiento se cuenta con 3 mangueras para los estantes de lavado y una para en la sección de lavado de tarimas, en esta sección emplea agua caliente. Estas mangueras industriales son de caucho y lona de 20 metros largo y 1/2 marca Parker, GST II.

Estas mangueras son de propósito general con la característica de ser versátiles y económicas. A su vez de ser utilizadas para agua pueden ser empleadas para aire comprimido, aceite y químicos. Esta manguera es resistente contra el sol, ozono, entre otros factores las degradan. Los tejidos que la manguera posee la hace más resistente. Además, posee acoples macho y hembra que proveen una conexión segura y sin fugas.

Figura 7. Manguera de caucho y lona, marca Parker



Fuente: *Manguera de caucho y lona, marca Parker*. <http://www.hoseandfittingsentreotroscom/product/industrial-hose/7093-hose>. Consulta: 28 de abril de 2016.

2.5.2. Pistolas de aspersión

Actualmente, en el área de saneamiento se dispone de ocho pistolas de aspersión en los estantes de lavado y dos en la sección de lavado de tarimas. Cabe mencionar que en el lavado de tarimas se cuenta con una sola manguera; sin embargo, se necesitan diferentes presiones. Estas dos pistolas de aspersión de la sección de lavado de tarimas son de distinta presión: una para tarimas grandes y otra para tarimas pequeñas.

La pistola de aspersión de la sección de lavado de tarimas es marca Strahman, modelo M70. Esta es una pistola rociadora para lavado con agua caliente. Esta es utilizada generalmente para aplicaciones de limpieza e higiene sanitaria a baja presión. Tiene un patrón de rocío variables puede ser un chorro sólido o un cono hueca a 50 grados, tiene entrada hembra de 1/2, además, posee un mango de caucho para aislar el calor protegiendo las manos de la exposición a altas temperaturas.

Figura 8. **Pistola de aspersión marca Strahman**



Fuente: *Pistola de aspersión marca Strahman*. <http://www.strahmanvalves.com/store/mini-m-70-series.html?sl=ES>. Consulta: 28 de abril de 2016.

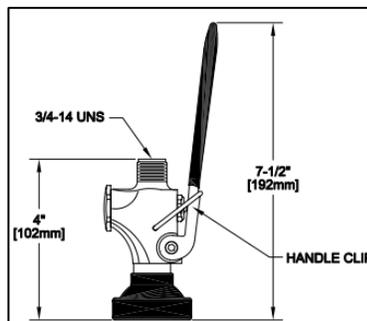
En el caso de las tres pistolas de aspersión que se encuentran en los estantes de lavado, estas son marca Fisher, modelo 10863. La palanca de accionamiento es de bronce con asilamiento. Esta pistola brinda alta velocidad de agua, para un mejor uso; soporta una temperatura mínima de 40 grado Fahrenheit y máximo de 140 grados Fahrenheit, una presión de 200 PSI como máximo; a su vez tiene un peso de 1,25 libras.

Figura 9. **Pistola de aspersión marca Fisher**



Fuente: *Pistola de aspersión marca Fisher*. <http://www.amazon.com/Ultra-Spray-Pre-Rinse-Fisher-Manufacturing/dp/B00068IG3E>. Consulta: 28 de abril de 2016.

Figura 10. **Medidas de pistola de aspersión marca Fisher**



Fuente: *Medidas de pistola de aspersión marca Fisher*. http://www.fisher-mfg.com/uploads/spec_sheet/747/CSVB-JSLS-XX.pdf. Consulta: 28 de abril de 2016.

2.5.3. Estantes de lavado

El área de saneamiento cuenta con ocho estantes de lavado los cuales son independientes de la pared. Cuatro son independientes, uno del otro; los otros cuatro se encuentran en un módulo de dos estantes; cada módulo cuenta con tubería de descarga de agua.

Estos estantes son de acero inoxidable de grado industrial, esto con el objetivo de proteger las piezas que van a ser lavadas de cualquier tipo de contaminante para no comprometer la calidad de los alimentos.

En la figura 7 se muestra un modelo similar a los modelos de estantes actuales del área de saneamiento.

Figura 11. **Modelo similar de estante de lavado de piezas**



Fuente: *Modelo similar de estante de lavado de piezas.*

<http://www.archiexpo.es/prod/mafirol/product-67724-450632.html>. Consulta: 28 de abril de 2016.

2.5.4. Bombas hidráulicas de desplazamiento positivo

El área de saneamiento cuenta con dos bombas hidráulicas centrífugas, una brinda la velocidad necesaria para el saneamiento de las piezas en el lado de los estantes de lavado donde se encuentran las mangueras verticales con pistolas de aspersión marca Fisher; la otra bomba brinda la velocidad necesaria para el lavado de tarimas.

La primera bomba centrífuga es un modelo parecido a la bomba marca Blackmer GX que tiene una velocidad máxima de 640 RPM, temperatura máxima de operación de 300 grados Fahrenheit, una presión diferencial máxima de 125 PSI y una presión de trabajo máxima de 175 PSI.

La segunda bomba es una bomba centrífuga del mismo modelo, pero con una velocidad máxima de 780 RPM para brindar una mayor velocidad para el lavado de las tarimas que debe de ser más rápido que el de una pieza de máquina.

Figura 12. **Modelo similar de bomba hidráulica**



Fuente: *Modelo similar de bomba hidráulica*. <http://oecfh.com/blackmer-pump-positive-displacement-vane/#GX> Model. Consulta: 29 de abril de 2016.

2.5.5. Desinfectantes

En la actualidad se emplean distintos químicos desinfectantes para el correcto saneamiento de las piezas de modo que estos no comprometan la calidad de los alimentos. Los desinfectantes son:

- Alkemy CB-401: líquido transparente de color amarillo, este es un desinfectante muy efectivo para ser utilizado específicamente en tuberías, tanques, entre otros. Esta solución libera cloro a la dilución de uso. Este producto satisface la demanda en la industria alimenticia para el saneamiento de las piezas que tienen contacto con el producto. Asimismo, este producto puede ser utilizado para desinfectar agua de consumo humano.
- Maxim I: este es un limpiador concentrado, que desengrasa fácilmente superficies difíciles de acceder. Disuelve suciedad y grasa sin dejar residuos. este producto destaca por su económico precio y por una aplicación pequeña de uso.
- Alkemy AS: líquido transparente e incoloro. Este es utilizado para limpiezas rápidas y efectivas en equipos de acero inoxidable, obteniendo un brillo excepcional. Este producto se destaca por su económico precio y fácil uso. Cabe destacar que este desinfectante debe ser maniobrado con guantes.

2.5.6. Equipo de secado

Para secar las piezas se colocan en un estante para que el agua que aún se encuentre en la pieza, destile. Posteriormente se utiliza Wypall L40 que son

toallas (wipers) hidrotejidas. Estas son un 20 % de polipropileno y 80 % de celulosa. Tienen capacidad grande de absorción, son reutilizables y reemplazan trapos u otro tipo de material que contamina el medio ambiente.

Figura 13. **Wypall con estantería**



Fuente: *Wypall con estantería*. https://www.conney.com/Product_-Kimberly-Clark-WypAll-X60-Mobile-Roll-Dispenser_50001_10051_-1_71760_10637_10633_10633. Consulta: 29 de abril de 2016.

3. PROPUESTA PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL EN EL ÁREA DE SANEAMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

3.1. Implementación de contadores en mangueras del área de saneamiento

La implementación de contadores en mangueras del área de saneamiento tiene como objetivo primordial controlar el consumo de agua en el área. Es prioridad adquirir contadores que tengan la capacidad de almacenar datos de medición de metros cúbicos de agua; esto último con el objetivo de utilizarlos para el aseguramiento del método de un manejo eficiente del recurso hídrico, realizando lecturas periódicas a los mismos para que estos datos concuerden con los estándares creados.

3.1.1. Descripción de contadores

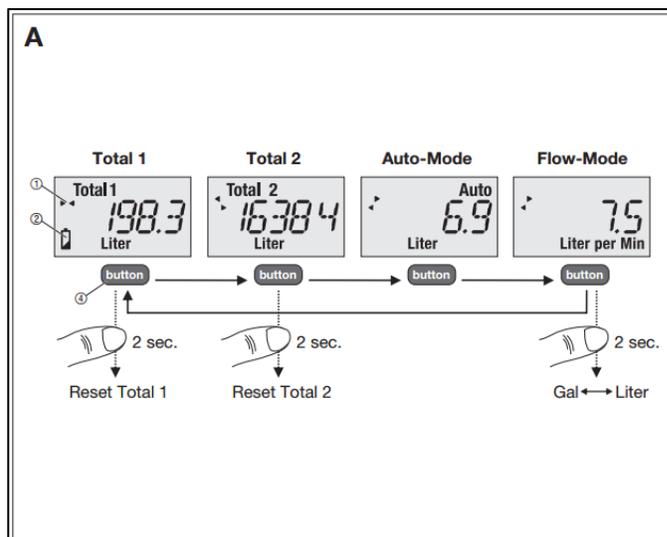
Estos contadores son caudalímetros digitales capaces de almacenar datos de caudal en el tiempo que la persona quien hace uso de este, le indique. Estos caudalímetros utilizan turbinas ovaladas que miden la cantidad de agua, cuentan con una pantalla LCD.

Cabe destacar que estos caudalímetros son fáciles de instalar en mangueras ya que solo es de colocarlos al final o en el intermedio de estos. Al colocarla al final, debe colocarse al final del caudalímetro la pistola de aspersión de agua.

Los contadores son de marca Gardena, modelo 8188-20. Este contador en específico puede almacenar datos en litros o galones, además almacena el caudal.

Además de los contadores que se colocarán en las mangueras, se colocarán contadores dentro del área de saneamiento. Estos permitirán asegurar las mediciones que los demás contadores arrojan. Cabe resaltar que estos contadores miden en metros cúbicos y los contadores de manguera lo hacen en litros o galones, esto permitirá saber los metros cúbicos con exactitud ya que esta es la medida requerida por la empresa y son sus requerimientos.

Figura 14. **Especificación de memoria de caudalímetro Gardena 8188-20**

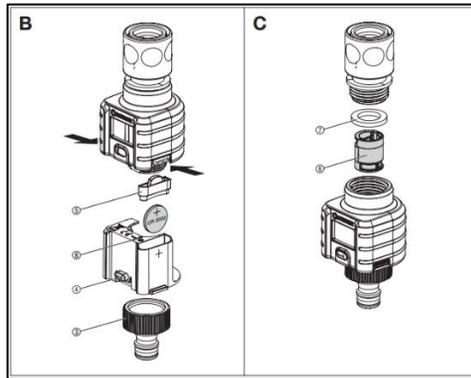


Fuente: *Especificación de memoria de caudalímetro Gardena 8188-20.*

http://www.gardena.com/ddoc/GARO/GARO2015_AAes/GARO2015_AAes_8188-8189_.pdf.

Consulta: 1 de junio de 2016.

Figura 15. **Especificación de caudalímetro Gardena 8188-20**



Fuente: *Especificación de caudalímetro Gardena 8188-20.*

http://www.gardena.com/ddoc/GARO/GARO2015_AAes/GARO2015_AAes_8188-8189_.pdf.

Consulta: 1 de junio de 2016.

Figura 16. **Caudalímetro Gardena 8188-20**



Fuente: *Caudalímetro Gardena 8188-20.* [https://www.amazon.es/Gardena-8188-20-Aqual %C3 %ADmetro/dp/B006MWDQZQ/ref=pd_sim_60_1?ie=UTF8&dpID=31D8sIFMfTL&dpSrc=sims&reST=_AC_UL160_SR160 %2C160_&refRID=AZTHTRYHW07EARBWXPTM](https://www.amazon.es/Gardena-8188-20-Aqual-%C3%ADmetro/dp/B006MWDQZQ/ref=pd_sim_60_1?ie=UTF8&dpID=31D8sIFMfTL&dpSrc=sims&reST=_AC_UL160_SR160%2C160_&refRID=AZTHTRYHW07EARBWXPTM). Consulta: 1 de junio de 2016.

Figura 17. **Caudalímetro Arad modelo M**



Fuente: *Caudalímetro Arad Modelo M*. <http://ferreteriaamuneris.com/contadores.html>. Consulta: 10 de junio de 2016.

3.1.2. **Costo de contadores**

Los contadores Gardena 8188-20 se cotizaron en Amazon y los contadores Arad Modelo M se cotizaron en un proveedor de la empresa, los costos se desglosan en la tabla IX y son los siguientes:

Tabla IX. **Cotización de caudalímetros**

Caudalímetro	Costo	Cantidad	Total
Gardena 8188-20	Q129,42	5	Q 647,10
Arad Modelo M	Q425,00	3	Q 1 275,00

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Beneficios de contadores

Estos contadores permitirán tener un control del caudal de agua utilizado en cada manguera, a su vez permitirán tener un control de fugas en el área ya que al sumar los caudales de las mangueras del área y comparar esta suma con el contador central del área se podrá visualizar si queda un caudal menor en las mangueras al del contador central, para encontrar así fugas en las tuberías (fugas no visibles).

Además, estos contadores serán herramientas fundamentales para el aseguramiento del proyecto y para saber si el método empleado se lleva a cabo de la manera correcta.

3.2. Estandarización de procedimiento de lavado de piezas

La estandarización del procedimiento de lavado de piezas permitirá tener una manera adecuada de lavar las piezas, que indique la cantidad de agua a utilizar por máquina que a su vez logre un manejo eficiente del recurso hídrico en el área que reduzca la vulnerabilidad ambiental.

La estandarización del procedimiento de lavado de piezas consta primordialmente en visualizar el procedimiento actual y realizar mediciones de consumo de agua por máquina de la planta de producción. Con los datos anteriores se puede tener una idea de cuánto disminuirá la cantidad de agua por máquina.

El objetivo de emplear el agua en el área de saneamiento es para lavar las piezas de las máquinas que sean inocuas y no comprometan la calidad de los alimentos a producir. Por lo anterior es necesario recurrir a la ficha técnica del

desinfectante utilizado en el área, con el objetivo de determinar la cantidad adecuada de agua para una determinada cantidad de desinfectante.

Al consultar la ficha técnica del desinfectante y tener contacto directo con el proveedor, se determinó que no es necesario utilizar ninguna cantidad de agua para diluir la cantidad de desinfectante utilizada en la pieza; sin embargo, la empresa cree importante utilizar una cantidad de agua para diluir el desinfectante luego de aplicarlo a una pieza, la cual será en un 70 % a 50 % reducida en comparación a la cantidad utilizada anteriormente.

3.2.1. Método de lavado

El nuevo método de lavado de piezas en el área de saneamiento consiste básicamente en disminuir los tiempos de acción de las mangueras, que a su vez disminuye el consumo de agua.

Ya que la presión del agua en la empresa es constante ya que se emplea una bomba centrífuga para distribuir el agua en el departamento de producción, entonces, al medir el caudal con el que el agua llega al área se determinó que este es de 0,4 m³/hora (6,60 litros/minuto, 1,74 Gal/minuto).

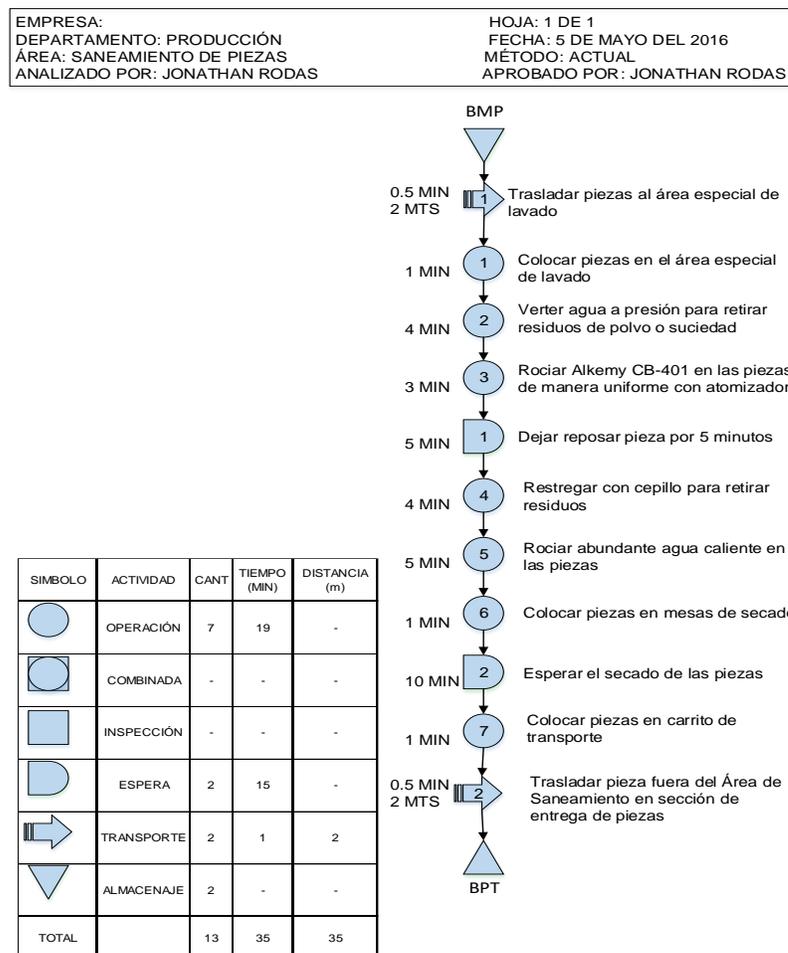
El número de veces en que actualmente se accionan las mangueras son tres: para eliminar los restos de las piezas, luego de cepillar y la tercera para eliminar el Alkemy CB-401. Conjuntando estos tres tiempos las mangueras se accionan en promedio 9 minutos por pieza, es decir, se consumen 0,1 m³ (59,4 Litros, 16 galones).

Luego de investigar y consultar al proveedor del desinfectante se concluyó que no es necesario utilizar agua para diluir el efecto del Alkemy CB-401 luego

de verterlo en la pieza; pero para no comprometer la calidad, la empresa ha decidido verter una cantidad mínima de agua luego de utilizar el Alkemy CB-401.

Por lo tanto, si se aplican los nuevos tiempos de acción de las mangueras, se puede obtener un ahorro aproximado del 40 % al 70%.

Figura 18. **Diagrama mejorado del proceso de lavado de piezas en el área de saneamiento**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

3.2.2. Gestión visual de nuevos parámetros

La propuesta de consumo de agua para el correcto saneamiento de las piezas es la que se describió en la siguiente tabla. La gestión visual de las piezas será a través de la siguiente tabla que proporcionará el consumo deseado; además, estas tablas se colocarán en una tabla dentro del área.

Tabla X. **Consumo por pieza actual y sugerido con el porcentaje de ahorro de agua**

Medida de volumen	Consumo actual	Consumo sugerido	Porcentaje de ahorro
Galones	15,7	9,42	40 %
Litros	59,4	35,64	40 %

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se tratará el tema de la programación de los periodos de saneamiento, el cual quedará plasmado en un cronograma que se creará semana por semana y se colocará en la tabla anteriormente descrita, con el objetivo de llevar el control de que esta programación se llevan a cabo de la manera planificada.

3.3. Aumento de periodos de saneamiento de piezas

El aumento de periodos de saneamiento de piezas es otra de las soluciones para disminuir el consumo de agua. Esta propuesta consta de realizar una nueva programación de la producción, sin embargo, esta programación será ejecutada siempre por el departamento de producción, siendo esta discutida todas las semanas en una reunión que es llevada a cabo con el jefe de producción, jefe de distribución y ahora con un encargado del área de saneamiento.

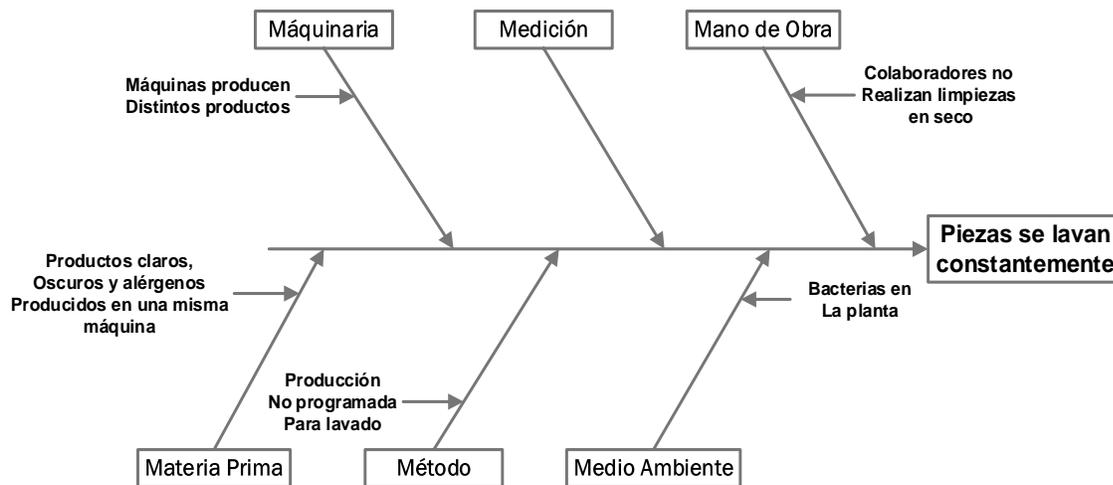
El jefe de producción mostrará la programación de la producción de la semana y estos dos restantes discutirán la manera en que les conviene que ésta quede conformada. Por un lado, el jefe de distribución debe cumplir con los plazos de entrega y el encargado del área de saneamiento debe buscar lavar menos veces las piezas.

3.3.1. Diagrama de causa y efecto

El siguiente diagrama de causa y efectos presentará las causas por las cuales las piezas de las máquinas se lavan constantemente. Luego de revisar cada una de las causas se determinó que la causa principal del constante lavado de piezas es la materia prima utilizada en la producción.

Cabe destacar que en cada máquina se realizan distintos productos, estos pueden ser: claros, alérgenos y oscuros. Al momento de planificar productos en una máquina de la siguiente manera: alérgeno, oscuro y claro; deben realizarse dos lavados a todas las piezas ya que el alérgeno debe de removerse para que comprometa el siguiente producto a producir y el oscuro debe removerse para que no se combine con el producto claro.

Figura 19. Diagrama de causa y efecto de lavado de piezas



Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Nueva programación de periodos de saneamiento

La nueva programación de periodos de saneamiento es básicamente la programación de la producción que es discutida por semana en reuniones realizadas con el jefe de producción y el jefe de distribución, este último tiene el objetivo de cumplir con los plazos de entrega de producto a los clientes.

Por lo tanto, la nueva programación de periodos de saneamiento constará en que un colaborador del área de saneamiento asista a todas estas reuniones teniendo en cuenta que el negocio es primero, pero velando por los intereses del área. El colaborador del área tendrá que negociar con los dos jefes para que los productos alérgenos, oscuros y claros se produzcan de una manera que se verán menos cantidades de lavado de piezas, para tener así un consumo menor de agua.

En la siguiente tabla se desglosan las distintas combinaciones de productos alérgenos, claros y oscuros que pueden darse en una máquina y el número de lavadas que se producen de cada una. Cabe destacar que el resultado del número de lavadas que están en color verde es el que el colaborador del área de saneamiento debe buscar en las reuniones semanales de la programación de la producción.

Tabla XI. **Programación de la producción en una máquina con combinación de productos alérgenos, oscuros y claros**

Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Número de lavadas
1	A	O	C	A	O	C	3
2	A	A	C	C	O	O	1
3	A	A	O	O	C	C	2
4	O	O	C	C	A	A	1
5	O	O	A	A	C	C	2
6	C	C	A	A	O	O	1
7	C	C	O	O	A	A	1
Alérgeno							A
Claro							C
Oscuro							O

Fuente: elaboración propia.

La siguiente tabla muestra los porcentajes de reducción de limpieza en referencia el ahorro de consumo de agua aproximado en cada reunión de programación de la producción. Además, esta tabla será dada a los colaboradores del área para que lleven el control de cuáles se cumplen y cuáles no.

Tabla XII. Ejemplo de programación de limpieza con porcentaje de reducción de consumo de agua

CRONOGRAMA DE % LIMPIEZA SEMANA X										
Máquina	Lunes	%	Martes	%	Miércoles	%	Jueves	%	Viernes	%
Dulces		8,3 %		8,3 %		4,2 %		2,8 %		0,0 %
1			25,0 %							
2	25,0 %									
4					25,0 %					
5			25,0 %							
35	25,0 %									
6							16,7 %			
Consomé		2,1 %		0,0 %		4,7 %		4,2 %		5,2 %
7	16,7 %									
8									12,5 %	
16							16,7 %			
25					12,5 %					
26									12,5 %	
27					25,0 %					
CH										
28							16,7 %		16,7 %	
Sazon,		2,4 %		0,0 %		1,2 %		3,6 %		2,4 %
10	8,3 %									
11					8,3 %					
13									8,3 %	
14									8,3 %	
15							16,7 %			
17	8,3 %									
33							8,3 %			
Sopas		6,3 %		0,0 %		0,0 %		2,1 %		2,1 %
24	25,0 %									
29										
30							8,3 %			
31									8,3 %	
Total		4,8 %		2,1 %		2,5 %		3,1 %		2,4 %

Fuente: elaboración propia.

3.4. Sustitución de suministros lavables a suministros desechables

Los suministros lavables son unas de las causas del alto consumo del recurso hídrico dentro del área de saneamiento. Cuando se habla de suministros lavables, se refiere a todos aquellos suministros utilizados en la limpieza de las máquinas y pisos y los utilizados en el área de abastecimiento: gabachas, trapeadores y guantes.

La sustitución de suministros desechables por suministros lavables dará como resultado un consumo de agua menor al actual. Sin embargo, es necesario analizar la factibilidad de realizar dicha sustitución.

3.4.1. Suministros actuales

Actualmente, existe una gran variedad de suministros en el área:

- Trapeadores de tela utilizados para limpiar los pisos de la planta de producción. Lavar después de realizar dichas limpiezas.
- Gabachas de PVC: utilizadas para realizar el trabajo de los abastecedores de la mezcla que será empaquetada para obtener el producto final. Se necesitan lavar luego de una jornada de trabajo y requieren de bastante recurso hídrico para su correcto saneamiento.
- Guantes de PVC: son utilizados, también, por los encargados del área de abastecimiento para tener contacto con la mezcla y no comprometer la inocuidad de los alimentos.

3.4.2. Propuesta de suministros desechables

Los suministros desechables podrán ser lavados, pero menos en comparación con los suministros lavables, esto último no aplica para todos los suministros. La propuesta de suministros desechables es la siguiente:

- Wypall X70: este producto tiene gran capacidad de absorción de líquidos, por lo cual es ideal para sustituir un trapeador de tela. Cabe destacar que este producto puede ser utilizado como fuente de energía al final de su ciclo, este material puede ser quemado dentro de una caldera y puede servir como fuente de energía, por lo tanto, se tiene un ahorro de consumo de agua, además, un ahorro de consumo de energía. Cada caja de tiene 150 paños de 130 cm x 65 cm.

Figura 20. Paquete de Wypall X70



Fuente: *Paquete de Wypall X70*. <http://www.kcprofessional.com.co/media/4125414/30201414%20KCP%20BATH%20TOWEL%201X150%20130X65%20CM.pdf>. Consulta: 10 de junio del 2016.

- Guantes de nitrilo: estos pueden ser sustitutos de los guantes de PVC actuales, se pueden utilizar cuantas veces antes de desecharlos, ya que son aptos para la industria alimenticia.

Figura 21. **Guantes de nitrilo 15 ml**



Fuente: *Guantes de Nitrilo 15 ml*. <http://www.unionferretera.com/guantes-proteccion-industrial-campo/3137-guantes-de-nitrilo-green-defender-07305.html>. Consulta: 10 de junio del 2016.

3.5. Fugas y desgaste de boquillas de aspersión

Las fugas son una de las causas más comunes cuando existe un excesivo consumo de agua; no son visibles en muchas ocasiones y es difícil detectarlas cuando se encuentran en la tubería dentro de las paredes.

Por otro lado, el desgaste de boquillas de aspersión es causante de desperdicio de agua en muchas ocasiones ya que no es posible visualizarlo solamente con el ojo humano. El desgaste puede darse por los métodos utilizados para potabilizar el agua, puede causar abrasión o corrosión a una velocidad lenta, pero con el paso del tiempo sufre un desgaste. El cambio o

mantenimiento de las boquillas de aspersion puede tener un costo más bajo que el costo del agua desperdiciada.

3.5.1. Revisión de fugas y boquillas actuales

Las fugas actuales que se tienen en el área de saneamiento se describen en las siguientes tablas; primero, se encuentran las fugas de entrada de agua, seguido de tres tablas que describen las fugas de salida de agua.

Tabla XIII. **Fugas de entrada de agua en el área de saneamiento**

Entrada de agua			
Núm.	Ubicación	Descripción	Figura
1	Manguera 4	Fuga en el acople, revisar toda la manguera	
2	Manguera de tarimas	Fuga en el acople, revisar toda la manguera	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Fugas de salida de agua en el área de saneamiento**

Salida de agua							
Núm.	Ubicación	Descripción	Figura	Núm.	Ubicación	Descripción	Figura
1	Estante 2 de Pila	Conectar debidamente el Sifón de desagüe		4	Manguera 3	Conectar debidamente el sifón de desagüe	

Continuación tabla XV.

2	Manguera 1	Conectar debidamente el sifón de desagüe		5	Manguera 4	Conectar debidamente el sifón de desagüe	
3	Manguera 2	Conectar debidamente el sifón de desagüe		6	Manguera 5 y 6	Conectar debidamente el sifón de desagüe	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Fugas de salida de agua en el área de saneamiento**

Salida de agua							
Núm.	Ubicación	Descripción	Figura	Núm.	Ubicación	Descripción	Figura
7	Manguera a 7 y 8	Conectar debidamente el sifón de desagüe		10	Lavado de tarimas 2	Conectar debidamente el sifón de desagüe	
8	Manguera a 9 y 10	Conectar debidamente el sifón de desagüe		11	Lavado de Tarimas 1	Conectar debidamente el sifón de desagüe	
9	Manguera a 11 y 12	Conectar debidamente el sifón de desagüe		12	Área de secado 1	Conectar debidamente el sifón de desagüe	

Fuente: elaboración propia.

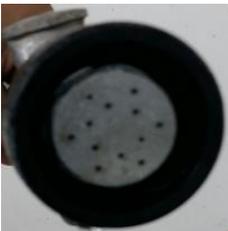
Tabla XVI. **Fugas de salida de agua en el área de saneamiento**

Salida de agua			
Núm.	Ubicación	Descripción	Figura
13	Área de secado 2	Conectar debidamente el sifón de desagüe	
14	Estante 1 de pila	Conectar debidamente el sifón de desagüe	

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, las boquillas actuales se especifican en la siguiente tabla.

Tabla XVII. **Boquillas de aspersión del área**

Boquillas de aspersión					
Núm.	Ubicación	Figura	Núm.	Ubicación	Figura
1	Manguera 1		4	Manguera 4	
2	Manguera 2		5	Manguera 4	

Fuente: elaboración propia.

3.5.2. Material de boquillas de aspersión

Las boquillas de aspersión que actualmente se utilizan en el área de saneamiento son de aluminio y tienen 2 años de uso, cabe resaltar que estas no han tenido ningún tipo de mantenimiento, el cual es recomendado realizar cada cierto tiempo ya que este va a dar la calidad de la boquilla.

Los mejores materiales para tener un desgaste menor de boquillas de aspersión son de acero, acero inoxidable, cerámica, carburos, entre otros.

Por lo tanto, el cambio de las boquillas de aspersión ayudará a disminuir el consumo de agua que se tiene en el área; además, será necesario monitorear este tema cada año, para realizar el cambio de las boquillas ya que su desgaste provoca fugas que ocasionan un uso innecesario del agua que se traduce en consumo alto del recurso hídrico.

3.5.3. Determinación de desgaste de boquillas

Las boquillas actuales de aspersión pierden sus propiedades rápidamente porque se corroen. Si bien, el material es adecuado para el trabajo que se realiza deben tener un mantenimiento adecuado y con periodos determinados para tener un trabajo eficiente. Cabe mencionar que las boquillas por desgaste pueden llegar a ser fugas y, en consecuencia, desperdiciar agua.

Para tener un desgaste menor puede reducirse la presión, sin embargo, esto generaría un mayor consumo de agua ya que se necesitaría más agua para reducir la contaminación de las piezas. Por lo tanto, esta no sería una solución.

3.5.4. Revisiones periódicas de fugas y desgaste de boquillas

Ante la problemática del desgaste de las boquillas de aspersión se hace necesario el cambio de estas boquillas ya que estas no pueden rehabilitarse, además, realizar revisiones periódicas de fugas y desgaste de boquillas de aspersión. Se realizarán cada mes para el desgaste de boquillas y fugas del área.

En el caso de las fugas, se realizarán inspecciones en los contadores del área, es decir, que se implementará un nuevo contador dentro del área para monitorear la cantidad de agua que ingrese al área para saber si se pierde agua internamente (en la tubería de la pared). Actualmente, se detectaron fugas, se harán las reparaciones pertinentes y no se tendrá ninguna fuga posterior al finalizar el actual trabajo de graduación. Por lo tanto, cada mes se hará una inspección visual por parte de los colaboradores del área quienes reportarán al supervisor quien será el encargado de documentar las fugas y trasladar la información al departamento de mantenimiento, quienes serán los encargados de arreglar las fugas, con el objetivo de tener cero desperdicios por fugas.

Por otro lado, el desgaste de boquillas se revisará también cada mes. Si las boquillas están deterioradas será necesario su cambio. Además, se realizará una limpieza interna de las boquillas para asegurar la inocuidad ya que por lo regular acumulan sarro.

3.6. Concientización del correcto uso del recurso hídrico

Para lograr un uso correcto del agua por parte del personal de la empresa es necesario realizar concientización acerca de su uso adecuado, la manera como debe utilizarse y en qué casos debe emplearse el recurso.

La propuesta consiste en implementar avisos visuales en el área de saneamiento con las indicaciones básicas de uso del agua.

3.6.1. Concientización visual sobre desperdicio del recurso hídrico dentro del departamento de producción

En el área de saneamiento se implementarán afiches con todos los consejos para utilizar correctamente el agua.

El agua en el área debe ser utilizada exclusivamente para el saneamiento de las piezas de las máquinas del departamento de producción, lavado de gabachas, trapeadores y basureros.

Asimismo, es importante resaltar que para el saneamiento de una pieza se utiliza el Alkemy Cb-401 al aplicarlo no se necesita agua para desaparecer el químico de las piezas ya que éste producto es preparado por la empresa proveedora con una solución de grado alimenticio capaz de no afectar la inocuidad de los alimentos elaborados en la planta. Pero para que la calidad de los productos no se vea afectada, el olor del químico no quede impregnado en las piezas y evitar reclamos se utilizará una cantidad muy pequeña de agua luego de aplicar el químico en la pieza, se reducirá, entonces, esta cantidad de agua utilizada en un 70 % a 50 % respecto a la utilizada anteriormente.

3.6.1.1. Contenido de la concientización visual

La concientización visual será llevada a cabo con afiches dentro del área. Serán dos afiches del mismo tamaño (29,7 cm x 42 cm), el primero presentará los pasos para el saneamiento correcto de una pieza y hará énfasis en tomar en cuenta los tiempos cuando deben encenderse los aspersores de agua para

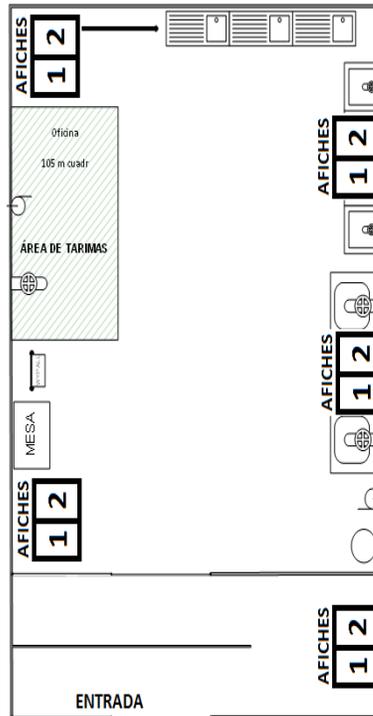
tener un control de la cantidad de recurso hídrico por pieza. El objetivo del afiche es recordar la importancia de mantener un bajo consumo del agua en el área de lavado de piezas, por tal razón, que se dará el énfasis de este tema en un solo afiche.

El segundo afiche indicará cuáles sobre los únicos elementos a ser lavados dentro del área, a su vez informará los químicos a ser empleados en los procesos del área y hará énfasis en la pequeña cantidad de agua para diluir tales químicos.

3.6.1.2. Lugares de exposición para la concientización visual

Los afiches serán colocados en lugares donde es fácil de visualizar y donde es necesario su exposición; es decir, en los lugares donde se encuentran las mangueras y pistolas de aspersion en el área. En la siguiente figura se muestran los lugares donde serán expuestos los afiches.

Figura 22. **Distribución de afiches dentro del área de saneamiento**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2010.

3.7. **Capacitación del recurso humano del área de saneamiento**

La capacitación del recurso humano del área será utilizada como una herramienta para el aseguramiento del éxito del proyecto, es decir, se trasladará toda la información del proyecto a los colaboradores del área con el objetivo de dejar la información precisa de cómo hacer funcionar el proyecto y volverlo autosostenible.

3.7.1. Facilitadores de la capacitación

Dentro de la empresa existe un departamento encargado de educar y capacitar al personal del departamento de producción; será el encargado de realizar la capacitación y designar a sus facilitadores. Los facilitadores serán del departamento de capacitación.

3.7.2. Contenido de la capacitación

La capacitación constará de 2 fases: la primera constará de 1 sesión a la semana por 2 meses, es decir, en el inicio del proyecto con todo lo referente al arranque del proyecto. La primera fase será para mostrar y enseñar a gestionar los nuevos estándares y procedimientos implementados. En la primera fase se enseñará todo lo que se implementará, impartiendo en una sola vía, es decir, solamente el capacitador tendrá la palabra.

En la segunda fase es de 1 sesión cada dos semanas durante un periodo de 3 a 4 meses según la necesidad del proyecto; el objetivo de esta fase de capacitación es tener un mejor desarrollo y seguimiento del proyecto; asimismo servirá para trasladar los puntos de vista de los colaboradores del área a los coordinadores del proyecto para abordar sus falencias y mejorar aspectos que generen problemas. Entonces, en las últimas 6 capacitaciones se buscará primeramente escuchar las opiniones de los colaboradores del área y tener un análisis de estas ideas; en las últimas dos capacitaciones mejorar los métodos implementados tomando en cuenta las opiniones de los colaboradores.

3.7.3. Alcance de la capacitación

La capacitación tiene el objetivo de ser la herramienta de mejora continua del proyecto; es tomada en la primera fase para trasladar y enseñar a gestionar los nuevos procedimientos y sus estándares. Posteriormente, será utilizada para reunir las opiniones de los coordinadores y colaboradores del área involucrados en el proyecto, esto último con el objetivo de mejorar las áreas que estén dando problema en el mismo.

Por lo tanto, el alcance de la capacitación va más allá de mostrar y enseñar los nuevos estándares, además, se tendrá como objetivo mejorar continuamente el proyecto.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Departamento de producción

El departamento de producción de la empresa se encarga de elaborar los productos. Este departamento, en el primer nivel de empaque, se subdivide en dos partes: el área de productos dulces y área de productos salados. Entre estas dos áreas se cuenta con aproximadamente 35 líneas de empaquetado. En el segundo nivel se encuentra el área de abastecimiento de mezcla según el tipo de producto a empaquetar, en el tercer nivel se encuentra la torre de mezclas. Además del área de la torre de mezclas, área de abastecimiento y área de empaque, dentro del departamento de producción se encuentra la aduana de ingreso a la planta, laboratorio de sensorial y área de saneamiento.

4.1.1. Área de saneamiento

El área de saneamiento es el lugar dentro del departamento de producción donde se realiza el lavado de piezas de las máquinas. Los lavados de las piezas son realizados debido a que cada máquina empaqueta distintos productos que, por lo regular polvos, tienen contacto directo con algunas piezas que deben de tener un correcto saneamiento para evitar combinar productos. Existen productos oscuros, claros y alérgenos, por lo cual es necesario retirar los colores o productos alérgenos de las piezas con contacto directo con los productos y no contaminar un producto con otro.

Esta área cuenta con 5 colaboradores en total, separados en 2 turnos: diurno y nocturno.

4.2. Estandarización del procedimiento de lavado de piezas de las máquinas

La estandarización de las piezas no solamente depende del nuevo método, también, es preciso saber cuál es el equipo a disposición para saber el nivel de calidad que se puede alcanzar. Es importante saber cuál es el mantenimiento que debe dársele para que este trabajo de buena manera sin complicaciones.

4.2.1. Equipo de lavado de piezas

Se ha decidido realizar una renovación en el equipo del área de saneamiento, del cual no podrá determinarse la inversión total ya que la empresa no ha permitido revelar estos costos. Se pretende realizar cambios en mangueras, reparar fugas y sifones, además, fabricar estantes de secado de gabachas y un estante de entrega de piezas limpias, entre otro equipo para mejorar la productividad en el área.

4.2.1.1. Costo del equipo

El costo total del equipo no puede darse a conocer ya que la empresa prefirió no mostrar los costos de inversión por confidencialidad. Pero esta inversión permitirá a la empresa disminuir costos en consumo de agua y aumentar la eficiencia del equipo del área.

4.2.1.2. Mantenimiento de equipo

El equipo utilizado en del área de saneamiento consta de tres elementos:

- Bombas centrífugas
- Pistolas de aspersión en manguera vertical
- Pistola de aspersión en manguera horizontal

La bomba centrífuga tiene un mantenimiento cada dos meses cuando se chequea su trabajo regular.

4.3. Indicadores del recurso hídrico consumido en el área

Los indicadores del recurso hídrico reportan una de las herramientas para disminuir el consumo del recurso hídrico que consiste en colocar una tabla dirigida a los colaboradores del área de saneamiento que indique los metros cúbicos de agua a utilizar por máquina y el tiempo cuando se debe accionar la manguera para lavar las piezas de cada máquina. Estos indicadores pretenden ser revisados por semana para supervisar su cumplimiento.

4.3.1.1. Metros cúbicos del recurso hídrico

Dictarán el consumo adecuado y, por lo tanto, darán como resultado un ahorro significativo. En las siguientes tablas se desarrolla el estándar para cada máquina que debe cumplirse semanalmente.

Tabla XVIII. **Estándar de metros cúbicos a consumir de las máquinas 1 a la 12**

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DENTRO DEL ÁREA DE SANITIZACIÓN: LAVADO GENERAL DE PIEZAS							
Núm. Máquina	Metros cúbicos a consumir	Tiempo a accionar la manguera (horas)	Metros cúbicos consumidos	Tiempo a accionar la manguera	Responsable	Número de piezas	Fecha de limpieza
1	1,56	3,9					
2	1,62	4,05					
3	1,21	3,025					
4	1,64	4,1					
5	0,96	2,4					
6	1,21	3,025					
7	1,45	3,625					
8	1,81	4,525					
9	1,18	2,95					
10	0,57	1,425					
11	0,42	1,05					
12	1,76	4,4					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Estándar de metros cúbicos a consumir de las máquinas 13 y 24**

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DENTRO DEL ÁREA DE SANITIZACIÓN: LAVADO GENERAL DE PIEZAS							
Núm. Máquina	Metros cúbicos a consumir	Tiempo a accionar la manguera (horas)	Metros cúbicos consumidos	Tiempo a accionar la manguera	Responsable	Número de piezas	Fecha de limpieza
13	2,29	5,725					
14	1,34	3,35					
15	1,23	3,35					
16	1,87	4,675					
17	1,18	2,95					
18	1,08	2,7					
19	0,68	1,7					
20	0,89	2,225					
21	1,93	4,825					
22	2,21	5,525					
23	2,76	6,9					
24	0,79	1,975					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Estándar de metros cúbicos a consumir de las máquinas 25 a la 36**

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DENTRO DEL ÁREA DE SANITIZACIÓN: LAVADO GENERAL DE PIEZAS							
Núm. Máquina	Metros cúbicos a consumir	Tiempo a accionar la manguera (horas)	Metros cúbicos consumidos	Tiempo a accionar la manguera	Responsable	Número de piezas	Fecha de limpieza
25	2,21	5,525					
26	1,89	4,725					
27	2,59	6,475					
28	1,43	3,575					
29	1,18	2,95					
30	1,57	3,925					
31	0,84	2,1					
32	1,67	4,175					
33	0,69	1,725					
34	1,15	2,875					
35	1,28	3,2					
36	1,11	2,775					

Fuente: elaboración propia.

4.3.1.2. Costo de consumo recurso hídrico

El recurso hídrico utilizado por la empresa es extraído de un pozo propio, que tiene un costo con el cual se podría obtener el costo real para obtener el recurso hídrico; sin embargo, este dato es confidencial para la empresa, no puede ser publicado. En el actual trabajo de graduación se utilizará como dato de costo de consumo de agua el que cobra actualmente la Municipalidad de Guatemala. En la siguiente tabla se describen las tarifas actuales de la municipalidad.

Tabla XXI. **Tarifas de consumo de agua de Empagua**

Rango de consumo (m3)	Costo por m3 (Incluido el IVA)
1 a 20	Q 1,12
21 a 41	Q 1,76
41 a 60	Q 2,24
61 a 120	Q 4,48
121 a mas	Q 5,60

Fuente: elaboración propia.

La tabla anterior coloca a esta empresa en el rango de 121 metros cúbicos en adelante Q.5,60 por metro cúbico ya que el consumo mensual de la empresa y de 1 005 metros cúbicos; si la empresa utilizara el servicio municipal, el consumo mensual ascendería a los Q 5 628,00 que al año ascendería a los Q 68 000,00.

4.3.1.3. Número de piezas lavadas

Las piezas lavadas serán parte de la tabla del estándar; las piezas de las máquinas que se lavan varían ya que no todas deben ser lavadas siempre; es según la necesidad o el proceso de las máquinas. Esto ayudará a saber cuáles han sido los motivos de una diferencia en el consumo por máquina.

4.4. Aumento de periodos de saneamiento de piezas

Es una herramienta para disminuir el consumo del recurso hídrico, además, para el aseguramiento del proyecto. En este apartado se presenta la implementación de esta propuesta que consiste en una nueva programación del saneamiento de piezas que consta principalmente en modificar la programación de la producción actual con pequeñas modificaciones en las reuniones mensuales de programación de la producción para llegar a un acuerdo en el

cual la producción no se comprometa, pero siempre se tendrá un beneficio al realizar menos saneamientos a las piezas al modificar los productos a ser empacados en un momento determinado.

4.4.1. Nueva programación de saneamiento de piezas

El aumento de periodos de saneamiento de piezas es otra de las soluciones para disminuir el consumo de agua. Esta propuesta consta de realizar una nueva programación de la producción; sin embargo, esta programación será ejecutada siempre por el departamento de producción, que es discutida todas las semanas en una reunión con el jefe de producción, jefe de distribución y ahora con un encargado del área de saneamiento.

El jefe de producción mostrará la programación de la producción de la semana y las dos restantes discutirán la manera como les conviene que se programe. Por un lado, el jefe de distribución debe cumplir con los plazos de entrega y el encargado del área de saneamiento debe buscar lavar menos veces las piezas.

La nueva programación de periodos de saneamiento es básicamente la programación de la producción. La programación de la producción es discutida por semana en reuniones realizadas con el jefe de producción y el jefe de distribución, este último tiene el objetivo de cumplir con los plazos de entrega de producto a los clientes.

Por lo tanto, a la nueva programación de periodos de saneamiento asistirá un colaborador del área de saneamiento a todas estas reuniones teniendo en cuenta que el negocio es primero, pero velando por los intereses del área. El colaborador del área tendrá que negociar con los dos jefes para que los

productos alérgenos, oscuros y claros se produzcan de una manera que se realicen menos cantidades de lavado de piezas para tener un consumo menor de agua.

4.4.2. Personal encargado de revisar la programación

Actualmente, existe un área en la empresa que se encarga de hacer este tipo de auditorías a todas las áreas existentes. Por lo tanto, el personal encargado de revisar la programación semanal será el del área de mantenimiento autónomo y el que realizará la revisión mensual es el ente auditor interno de la empresa. Estos dos revisarán el indicador esperado y el obtenido para extraer un porcentaje de cumplimiento el cual será juzgado por semana y por mes.

4.5. Sustitución de suministros lavables por suministros desechables

La sustitución de suministros lavables a suministros desechables es una solución al problema del alto consumo de agua en el área. Cabe resaltar que la solución destacada en este apartado es el cambio de los trapeadores lavables por trapeadores desechables; en la actualidad para remover la suciedad en el trapeador lavable es necesario utilizar una cantidad considerable de agua que es necesario mitigarla.

4.5.1. Suministros lavables y suministros desechables

Los suministros lavables son todos los que tienen un tiempo de vida más largo que el suministro desechable. Un suministro desechable por lo regular es botado posteriormente a su primer uso; el suministro lavable alarga su vida al remover el agente contaminador con un agente descontaminador y, por lo

regular, se utiliza agua para remover los restos contaminadores o no deseados en el suministro. Un suministro desechable tiene un rendimiento de 5 veces.

En consecuencia, es necesario implementar un cambio de suministros lavables por suministros desechables ya que los primeros producen un consumo de agua más alto y el objetivo principal del actual trabajo de graduación es reducir tal consumo.

Luego de analizar el consumo de agua que produce el constante lavado de trapeadores en el área se determinó que es necesaria la implementación de suministros lavables.

4.5.1.1. Costo de suministros

La factibilidad de sustituir los suministros lavables por suministros desechables se analizará por medio de un análisis costo beneficio, en el cual es necesario tener en cuenta todos los costos de cada uno de los suministros.

4.5.1.2. Presupuesto de adquisición de suministros

En el siguiente inciso se desglosarán los costos de cada uno de los suministros; primero, se presentan los costos de los suministros lavables y posteriormente los costos de los suministros desechables.

4.5.1.2.1. Suministros lavables

Los suministros lavables son actualmente empleados en el área de saneamiento ya que son utilizados comúnmente en la operación, pero al agregarle el valor monetario del consumo de agua, se determina un costo aún

mayor en la operación; en la siguiente tabla se desglosan dos de los costos de suministros lavables con precio en cajas y precio de unidad.

Tabla XXII. **Costos de suministros lavables**

Descripción	Costo Caja	Unidades en caja	Costo por unidad
Toalla para trapeador	Q 999,97	30	Q 33,33
Guantes de nitrilo 15 ML	Q 1 040,00	80	Q 13,00

Fuente: elaboración propia.

4.5.1.2.2. **Suministros desechables**

Por otro lado, los costos de los suministros desechables son más económicos que los lavables, con la diferencia de que estos se aplican solamente una vez, pero como se menciona anteriormente, es necesario saber el valor monetario del consumo de agua para determinar verdaderamente cuál es el costo de mantener un insumo lavable.

Tabla XXIII. **Costos de suministros desechables**

Descripción	Costo caja	Unidades en caja	Costo por unidad
Wypall X-70 Bath Towel (130 x 64 cm)	Q 1 025,55	150	Q 6,84
Guantes de nitrilo 5 ML	Q 66,00	50	Q 1,32

Fuente: elaboración propia.

4.6. Análisis beneficio–costo de sustitución de suministros lavables por suministros desechables

Para saber si es más rentable utilizar insumos desechables en lugar de insumos lavables, es necesario emplear un análisis beneficio – costo para determinar el mantenimiento de un insumo lavable agregando el valor monetario del agua (Q 5,60 por metro cúbico) e insumos de limpieza para obtener funcionalidad en este suministro en su tiempo de vida útil.

Actualmente, la empresa utiliza 25 trapeadores que son llevados al área de saneamiento para su lavado.

Tabla XXIV. **Costos de los suministros lavables con costo de consumo de agua**

Descripción	Costo por unidad	Agua consumida (metros cúbicos)	Costo consumo de agua	Costo total	Costo por 25 unidades
Toalla para trapeador	Q 33,33	0,0132	Q 0,07	Q 33,40	Q 835,10
Guantes de nitrilo 15 ML	Q 13,00	0,0066	Q 0,04	Q 13,04	Q 325,92

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Costos de los suministros desechables por 25 unidades y costo equivalente de vida útil**

Descripción	Costo por unidad	Costo por 25 unidades	Costo equivalente a vida útil de un suministro lavable
Wypall X-70 Bath Towel (130 x 64 cm)	Q 6.84	Q 171.00	Q 684.00
Guantes de nitrilo 5 ML	Q 1.32	Q 33.00	Q 132.00

Fuente: elaboración propia.

Las tablas anteriores muestran los costos de los suministros lavables y los suministros desechables; para los lavables el costo de consumo de agua, es de Q.5,60 por metro cúbico. Además, se utilizan 25 unidades para un análisis sobre el verdadero impacto en costo de estos insumos en de la empresa.

En la tabla de los suministros desechables se utiliza un costo equivalente que muestra una conversión de la vida útil de un suministro desechable por un suministro lavable para tener un panorama equivalente y comparar verdaderamente los dos costos. El costo equivalente se obtiene al multiplicar el costo de 25 unidades por 4 ya que son 4 unidades desechables que equivalen a una unidad de los lavables.

El cálculo de consumo de agua para lavar un trapeador fue extraído de la medida base de consumo de agua (9 segundos de accionamiento de manguera equivale a 1 litro de agua);se tomarán las mediciones y durante 120 segundos actualmente se acciona la manguera para lavar un trapeador y 60 segundos para lavar un par de guantes; esto se transforma a costo en quetzales por medio del consumo de Q 5,40 por metro cúbico, que se traduce en 7 centavos de quetzal por trapeador y 4 centavos por cada par de guantes.

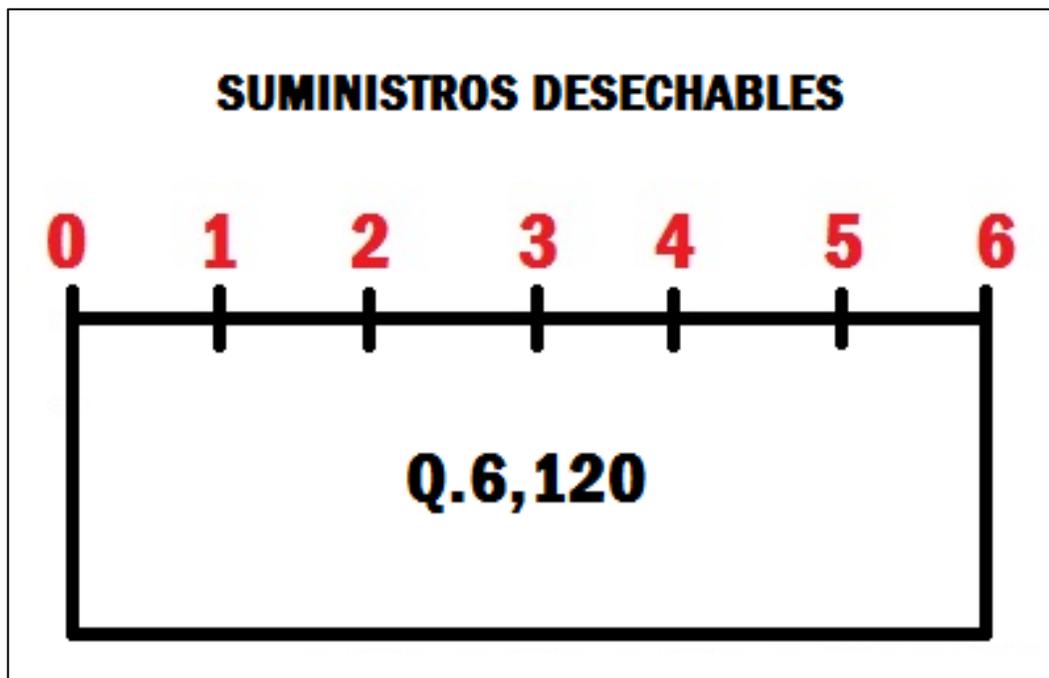
4.6.1.1. Flujo de efectivo

Los flujos de efectivo se realizarán con una proyección de 6 meses para los suministros lavables y de la misma manera para los suministros desechables. Se hace énfasis que en los apartados anteriores se hicieron los cálculos del costo equivalente de la compra de 25 insumos desechables a 25 insumos lavables. Este costo se halló luego de analizar que un suministro lavable tiene un rendimiento promedio de 4 suministros desechables; es decir, un suministro lavable se cambia luego de 4 días de uso y un suministro

desechable, cada día. Luego de realizar este cálculo da como total de inversión cada cuatro días de suministros lavables Q 1 161,02 y Q 816,00 de suministros desechables. Al efectuar el cálculo de costos mensuales da como resultado Q 8 707,65 de suministros lavables y Q 6 120,00 de suministros desechables.

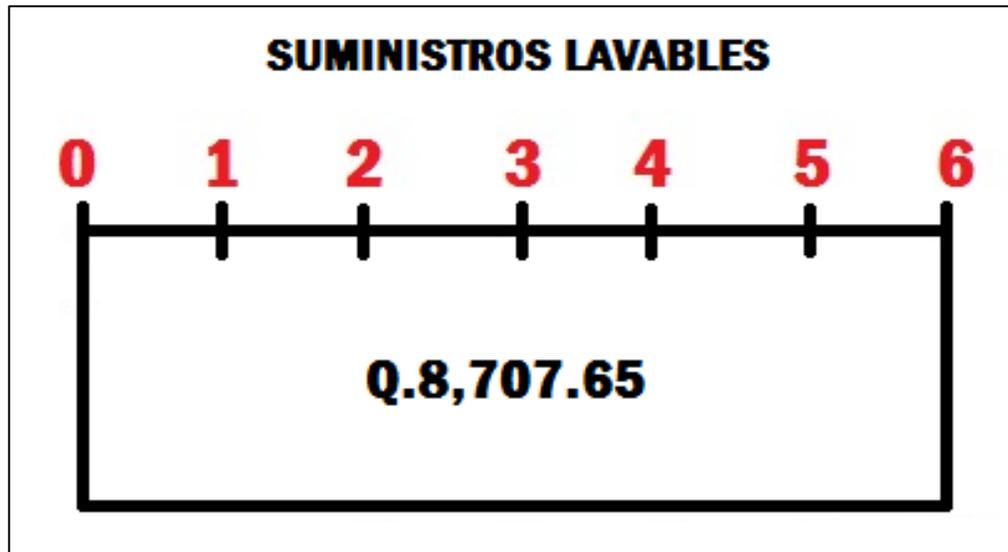
Los flujos de efectivo se presentan en las siguientes dos figuras, estos flujos fueron efectuado para 6 meses, dando como resultado mensualidades de Q 6 120 y Q 8 707,65 respectivamente.

Figura 23. **Flujo de efectivo de 6 meses de compra de suministros desechables**



Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Flujo de efectivo de 6 meses de compra de suministros lavables**



Fuente: elaboración propia.

4.6.1.2. Valor presente neto (VAN)

Es un indicador financiero que permitirá conocer cuál es la mejor opción: utilizar suministros lavables o desechables, en el uso de un periodo de 6 meses, una tasa mínima interna de retorno del 5 % y mensualidades de los flujos de efectivo anteriores.

Tabla XXVI. **Valor actual neto de suministros lavables y desechables**

Suministro	Mensualidad	TMAR	Número de periodos	Valor actual neto
Lavables	Q 8 707,65	5 %	6	Q 233 381,68
Desechables	Q 6 120,00	5 %	6	Q 164 027,71

Fuente: elaboración propia.

Al analizar los datos de la tabla anterior se visualiza que los suministros desechables tienen un menor valor actual neto que son costos, por lo tanto, la opción más viable es utilizar suministros desechables.

4.7. Revisiones periódicas de fugas y desgaste de boquillas de aspersión

Las revisiones periódicas de fugas y desgaste de boquillas de aspersión representan un método de aseguramiento de resultados del actual trabajo de graduación. Se hará cada mes para la revisión de desgaste de boquillas de aspersión y fugas dentro del área.

Se harán los cambios pertinentes a todas estas fugas existentes en la actualidad, para tener un ahorro de consumo de agua en el área.

4.7.1. Auditoría interna

Estas revisiones se harán en los periodos especificados en el apartado anterior (cada mes los desgastes y fugas) por el equipo de auditoría interna de la empresa encargada de verificar si la boquilla ha tenido un uso inadecuado o si está pasando por el periodo de desgaste de fábrica (normal). Si se tuvieran inconvenientes con las boquillas antes del tiempo normal de desgaste se informará al departamento de mantenimiento para hacer los cambios pertinentes, siempre identificando los responsables de un desgaste forzado, con el objetivo de obligar a la gente encargada del equipo a utilizar adecuadamente sus herramientas de trabajo; esto da como resultado final un equipo en óptimas condiciones y un menor uso inadecuado del agua por fugas o desgaste.

4.7.1.1. Personal encargado de la revisión de fugas

Los encargados de revisar periódicamente las fugas son los del departamento de auditoría interna de la empresa y el personal del departamento de mantenimiento. Primero se hace la revisión por parte de auditoría que revisa si existen o no fugas en ese momento; en caso de existir fugas debe reportarse al departamento de mantenimiento para realizar las correcciones pertinentes.

Como se mencionó en el capítulo anterior debe verificarse con los contadores si existen fugas o no.

4.7.1.2. Cronograma de revisiones

Las revisiones de fugas y desgaste de boquillas se realizarán cada mes y es necesario saber quién realiza estas revisiones; por lo tanto, se realiza un formato de control de estas revisiones en la siguiente tabla que permite primero saber si se realizó esta revisión y quien la ha realizado. El departamento encargado de llevar este control es el departamento de auditoría interna que mes a mes llevará este control con el siguiente formato.

Tabla XXVII. **Cronograma de revisiones de fugas y desgaste de boquillas de aspersión**

Mes	Encargado	Nombre de responsable	Firma
1	Auditoría interna		
	Mantenimiento		
2	Auditoría interna		
	Mantenimiento		
3	Auditoría interna		
	Mantenimiento		
4	Auditoría interna		
	Mantenimiento		
5	Auditoría interna		
	Mantenimiento		
6	Auditoría interna		
	Mantenimiento		

Fuente: elaboración propia.

4.8. **Capacitación del personal del área de saneamiento**

Otro método de aseguramiento de los resultados del actual trabajo de graduación la representan las capacitaciones al personal del área. En el capítulo anterior se abordó este método que constará de dos fases: la primera fase será para enseñar a los colaboradores del área la nueva manera de operar, durante 2 meses con una capacitación por semana; la segunda fase será para asegurar la forma de operar, poniéndolo en práctica dentro del área, también, servirá para retroalimentar al proyecto con la opinión de los colaboradores del área; por último, se discutirán las nuevas ideas de los colaboradores y se harán las mejoras necesarias.

4.8.1.1. Sala de reuniones para capacitaciones

Las salas de reuniones para las capacitaciones del personal del área deben ser programadas por los facilitadores; la reserva de las salas debe realizarse cada inicio de mes.

4.8.1.2. Cronograma de capacitaciones

En las siguientes tablas se detallan los días cuando se realizarán las capacitaciones, el número de capacitaciones por semana y el tema a ser tratado en cada sesión. En la siguiente tabla se encuentra el detalle de la fase 1, en la siguiente, el detalle de la fase 2.

Tabla XXVIII. **Cronograma de capacitaciones, fase 1**

Fase 1			
Semana	Número de capacitaciones	Días de capacitación	Tema
1	1	Lunes	Estandarización de lavado de piezas
2	1	Lunes	Método de lavado
3	1	Lunes	Programación de periodos de saneamiento
4	1	Lunes	Suministros lavables y desechables
5	1	Lunes	Fugas en el área de saneamiento
6	1	Lunes	Desgaste de boquillas de aspersión
7	1	Lunes	Desperdicio de agua
8	1	Lunes	Correcto uso de las herramientas de trabajo

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Cronograma de capacitaciones, fase 2**

Fase 2			
Mes	Número de capacitaciones	Días de capacitación	Tema
1	2	Lunes	Enseñanza de método de lavado (práctica)
2	2	Lunes	Ideas nuevas del personal del área
3	2	Lunes	Discusión de ideas
4	2	Lunes	Mejoramiento de proyecto

Fuente: elaboración propia.

4.8.1.3. Material de apoyo para las capacitaciones

El material de apoyo para las capacitaciones en su primera fase y en el primer mes de la segunda fase será el tercer y cuarto capítulos del actual trabajo de graduación. Este material de apoyo será utilizado por los facilitadores de la capacitación quienes deben generar presentaciones y material impreso para los colaboradores.

4.9. Campaña de concientización del correcto uso del recurso hídrico

La campaña de concientización se realizará después de finalizar la primera fase de la capacitación para aprovechar que los colaboradores del área conocen el concepto del proyecto y las formas con las cuales se hará un correcto uso del agua. Cuando la segunda fase de la capacitación entre en curso se tendrá ya la concientización en el área, específicamente, al momento de iniciar la fase de entrenamiento del método de lavado estarán los avisos impresos en el área. El contenido de los afiches será básicamente sobre forma de utilizar el agua.

- Utilizar entre 1 a 3 segundos de agua para remover restos del químico utilizado en el área, ya que no hay necesidad de utilizar agua para remover este químico según el fabricante, pero por motivos de inocuidad se utilizará este tiempo de accionamiento de manguera de agua.
- No dejar abierta o accionada la manguera en momentos que no sea utilizada el agua en el área.
- No lavar suministros desechables.
- Cuidar insumos y el equipo del área de saneamiento.

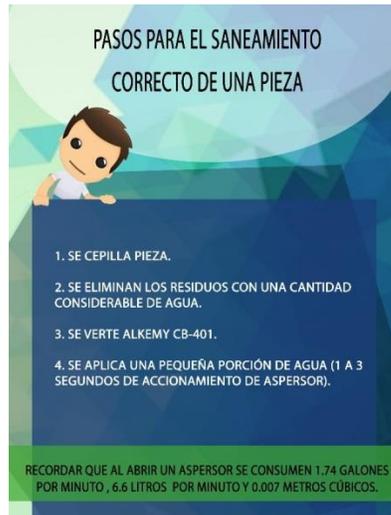
4.9.1. Concientización visual dentro del departamento de producción

La concientización visual tendrá vigencia de un año y medio luego de finalizar la primera fase de la capacitación. Un año y medio es el adecuado para que el proyecto se adopte en el diario vivir dentro del área y sea parte del método diario.

4.9.1.1. Diseño del aviso impreso

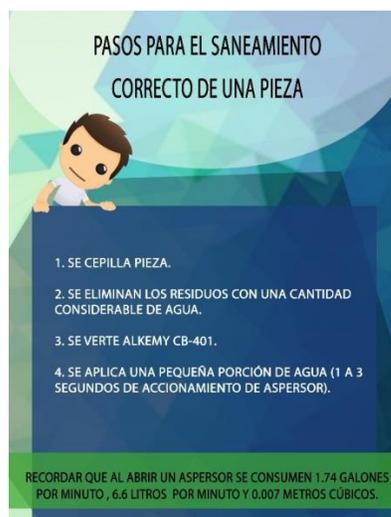
El diseño de los afiches para la campaña de concientización visual dentro del área de saneamiento será el que muestra las siguientes figuras. Además, estos serán empleados en las diferentes áreas del departamento de producción.

Figura 25. **Primer afiche de concientización del uso correcto del recurso hídrico**



Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Segundo afiche de concientización del uso correcto del recurso hídrico**

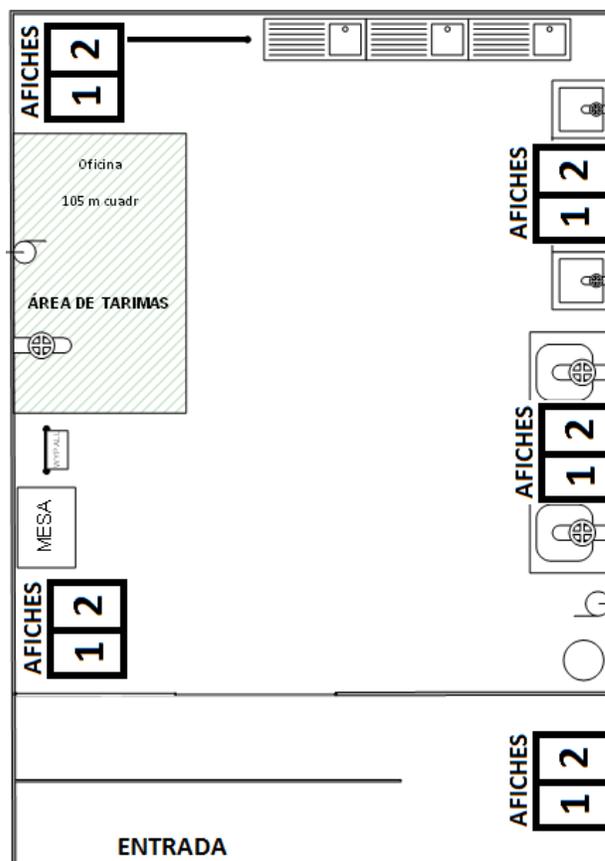


Fuente: elaboración propia.

4.9.1.2. Lugares estratégicos de colocación de los avisos

Los afiches serán colocados dentro del área de saneamiento según la siguiente figura. Serán 5 afiches en total y cada uno con dos secciones. Donde se expondrán los afiches son lugares donde los colaboradores realizan sus labores, por lo tanto, es fácil identificarlos.

Figura 27. Distribución de afiches dentro del área de saneamiento



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

4.9.1.3. Costos de la implementación de los avisos impresos

Los costos por implementar los afiches en el área se presentan en la siguiente tabla.

Tabla XXX. Costos de la implementación de los avisos impresos

Cantidad	Tipo de afiche	Costo unitario	Costo total
10	Texcote	Q 13,80	Q 138,00
10	Manta vinílica	Q 12,50	Q 125,00

Fuente: elaboración propia.

Según los costos de los afiches de 29,7 cm x 42 cm en manta vinílica y excote, se visualiza con facilidad que la manta vinílica es más barata, pero el excote es más elegante y luciría mejor dentro del área. Por lo tanto, es el excote el material que se utilizará con un costo total de Q.138,00.

5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Requerimientos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Un estudio de impacto ambiental debe realizarse según los requerimientos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Estos se dividen en cinco incisos:

- Ámbito de estudio
- Impactos ambientales
- Potencial de los impactos ambientales
- Medidas de mitigación
- Monitoreo ambiental

Estos incisos se desarrollarán a continuación, con el objetivo de determinar el lugar y los detalles donde el impacto ambiental se verá reflejado, maneras de mitigarlo y sus formas de monitoreo.

5.1.1. Ámbito del estudio

El ámbito de estudio es el área de lavado de piezas (saneamiento) de una planta de producción, ubicada en zona 12 de la ciudad de Guatemala.

5.1.1.1. Nombre de la actividad sometida al proceso de evaluación

El saneamiento de piezas (lavado de piezas de las máquinas de producción para el correcto saneamiento) es la actividad que se realizó dentro de una planta de de productos en su mayoría instantáneos.

5.1.1.2. Dirección del lugar de estudio

La dirección de la empresa es la avenida Petapa, 48 calle, 15-74, ciudad de Guatemala. La empresa colinda al sureste con colonia Villa Hermosa, al suroeste y noroeste con un barranco y al noreste con la avenida Petapa.

A continuación, se presenta el mapa de ubicación geográfica de la empresa, cabe resaltar que este ya fue descrito anteriormente en el primer capítulo del actual trabajo de graduación.

Figura 28. Ubicación de la empresa



Fuente: *Mapa de ubicación geográfica.* <https://www.google.com.gt/maps/source=tldso>.

Consulta: 5 de marzo de 2016.

5.1.1.3. Actividades colindantes al proyecto

La empresa actualmente colinda al sureste con la colonia Villa Hermosa, al suroeste y noroeste con un barranco y al noreste con la avenida Petapa.

5.1.1.4. Datos de trabajadores

El área actualmente cuenta con 5 trabajadores divididos en 2 turnos. Los trabajadores tienen una escolaridad promedio de diversificado y una edad promedio de 35 años. Cada trabajador tiene la misma función dentro del área, cada uno debe lavar las piezas desmontables que tienen contacto con el producto de las máquinas de producción.

5.1.1.4.1. Jornadas laborales

Actualmente, el área cuenta con 2 turnos de 12 horas (con horas extras diarias, según el turno) cada uno; los trabajadores realizan turnos rotativos con descanso los días domingos, es decir, estos 5 trabajadores cubre en el día, como mínimo con dos trabajadores cada turno.

5.1.1.4.2. Número de trabajadores

El área cuenta con 5 trabajadores en 2 turnos de 12 horas cada uno, todos tienen las mismas funciones dentro del área.

5.1.2. Impactos ambientales

Los impactos ambientales que se tendrán dentro del área lo representan básicamente los restos de producto (polvo) de las piezas desmontables de las máquinas. Estos restos se mezclan con el agua generando una mezcla pastosa que podría llegar a los desagües y provocar problemas de atasco.

Otro impacto ambiental del proceso de lavado de piezas es el químico utilizado para su limpieza. Además, el impacto principal es la extracción de agua que se está generando para realizar el lavado de estas piezas.

5.1.2.1. Tipo de impacto ambiental

En el actual trabajo de graduación existen diferentes tipos de impacto. A continuación, se presentan a detalle cada uno.

- Impacto en el aire: existen gases y partículas resultantes en la operación de la empresa, pero en la operación del área de saneamiento no existe un impacto en el aire.
- Impacto en el agua: este es el impacto más fuerte que actualmente la operación representa ya que se vierten químicos sobre las piezas para tener un correcto saneamiento que llegan al desagüe y debido a la gran cantidad, contaminan el agua. Además, se genera una masa pastosa al retirar los restos de polvo de las piezas con agua lo cual, también, impacta en el desagüe.
- Impacto en el suelo: la operación no representa un impacto al suelo, por lo tanto, este es nulo.

- Demanda y consumo de energía: el consumo de energía en la operación es bajo, ya que la energía consumida es utilizada para iluminar el área de saneamiento.
- Impacto a la biodiversidad: a cercanías de la empresa se encuentran residenciales los cuales pueden ser impactado por las actividades de la empresa; sin embargo, en este caso se estudia la operación del área de saneamiento. La operación del área tiene un impacto medio en la biodiversidad ya que el agua residual, resultante de la mezcla de agua con químicos y restos de materia prima, es vertida en los desagües municipales, que posteriormente llegan a las cuencas nacionales e impactan a la fauna que en ella habita.
- Efectos y/o riesgos derivados de la actividad: el impacto que la operación genera en las aguas residuales repercute a la sociedad al momento en que estas llegan a las cuencas. El agua de estas cuencas muchas veces es utilizada para la actividad diaria de algunas sociedades, al estar contaminada genera enfermedades que en ocasiones pueden ser mortales.

5.1.2.2. Áreas específicas de generación de impacto ambiental

La operación del área de saneamiento es la que actualmente se analiza, por lo tanto, la generación de los impactos ambientales anteriormente descritos se originan en dicha área.

5.1.2.3. Efectos y riesgos derivados de la actividad

El impacto que la operación genera en las aguas residuales repercute en la sociedad al momento en que estas llegan a las cuencas. El agua de estas cuencas muchas veces es utilizada para la actividad diaria de algunas sociedades, al estar contaminada genera enfermedades que en ocasiones pueden ser mortales.

5.1.3. Potencial de los impactos ambientales

En el actual trabajo de graduación existen diferentes tipos de impacto, los cuales se muestran en la siguiente tabla según la dimensión de impacto sea bajo o nulo, medio y alto.

Tabla XXXI. Tipos de impacto ambiental

Tipos de impacto	Bajo / nulo	Medio	Alto
Impacto en el aire	X		
Impacto en el agua		X	
Impacto en el suelo	X		
Demanda y consumo de energía	X		
Impacto a la biodiversidad (flora y fauna)		X	
Efectos y/o riesgos derivados de la actividad		X	

Fuente: elaboración propia.

Es importante mencionar que el impacto en el agua es el que mayor magnitud tiene de todos los demás; en magnitud este se encuentra como medio, aunque el impacto a la biodiversidad y los efectos y riesgos se encuentran como medios, el impacto del agua es el de mayor magnitud. Los dos impactos anteriormente mencionados son un efecto secundario del impacto ambiental en el agua.

5.1.3.1. Cuantificación del impacto

El impacto ambiental a ser medido es el impacto en el agua: el agua residual es medida por la empresa ya que es indispensable saber cuántos metros cúbicos de agua se vierten en los desagües municipales. Por lo tanto, si el promedio de consumo mensual es de 111,2 metros cúbicos y el consumo diario es de 3,71 metros cúbicos, los cálculos realizados por la empresa dan como resultado un 90 % del agua consumida, como agua residual. Es decir, en promedio las aguas residuales son 100,8 metros cúbicos mensuales y 3,34 metros cúbicos diarios.

5.1.4. Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación ante los impactos ambientales anteriormente descritos las realizan todas las propuestas que en los capítulos anteriores se describen. Además, es necesario indicar que estas medidas de mitigación pretenden reducir el consumo de agua, de modo que, a menor consumo de agua, menor cantidad de aguas residuales se generan. A continuación, se hace una recopilación de todas estas medidas de mitigación.

- Estandarización del procedimiento de lavado de piezas.
- Aumento de periodos de saneamiento de piezas.
- Sustitución de suministros lavables a suministros desechables.
- Revisión periódica y sustitución de boquillas de aspersion y arreglo de fugas en el área de saneamiento.
- Concientización del correcto uso del recurso hídrico.
- Capacitación del recurso humano del área de saneamiento.

Cabe mencionar que actualmente la empresa cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales.

5.1.4.1. Disminución del consumo del recurso hídrico

Este es el objetivo general del actual trabajo de graduación, por lo tanto, todos los capítulos proponen acciones para reducir el consumo de agua en el área de saneamiento. Todas las acciones propuestas se desglosan en el inciso anterior.

5.1.4.2. Tratamiento de aguas residuales

La planta de tratamiento de aguas residuales se basa en la medición de los elementos químicos que en las aguas residuales se encuentran, además de contar con estándares (porcentajes) de estos elementos que deben estar en dichas aguas. Cuando los indicadores de elementos químicos se aumentan es necesario regularlos, para esto se utilizan diferentes procesos químicos en la planta de tratamiento para regular tales aguas. Por lo tanto, se reduce el impacto del agua que genera la operación.

5.1.4.3. Reutilización del recurso hídrico

La planta de tratamiento de la empresa permite que el agua vertida a las cuencas nacionales sea utilizable ya que cada cuenca tiene capacidad de absorber cierta contaminación que un químico pueda presentar, esta planta de tratamiento tiene como objetivo que las aguas residuales puedan ser absorbidas por las cuencas sin ser contaminadas, de modo que no se contamina más el agua utilizada por las poblaciones aledañas.

5.1.5. Monitoreo ambiental

Para el aseguramiento de la reducción del impacto ambiental a largo plazo, es necesario tener planes de monitoreo ambiental el cual consiste en tener una auditoría interna ejercida por los encargados de la planta de tratamiento y los encargados de la auditoría interna de la empresa, encargados de que se cumplan las acciones propuestas. Además, los indicadores de consumo del recurso hídrico que servirán para que los colaboradores del área de saneamiento sean los encargados de cuidar que estos se encuentren en los niveles óptimos.

5.1.5.1. Auditoría interna

La auditoría interna será ejercida por los encargados de la auditoría de la empresa. Deberán revisar periódicamente las acciones de los colaboradores del área, es decir, verificar que los procedimientos se cumplan, los indicadores se encuentren estables y que se utilicen los suministros correspondientes. Además, la auditoría interna la realizarán los encargados de la planta de tratamiento de la empresa que deberán revisar diariamente los niveles de elementos químicos en las aguas residuales.

5.1.5.1.1. Indicadores del consumo del recurso hídrico

Para el aseguramiento a largo plazo de las medidas de mitigación de los impactos ambientales que el actual trabajo de graduación genera, una herramienta muy efectiva la representan los indicadores de consumo hídrico, periódicamente revisados por los encargados de la auditoría interna en la empresa; además, es necesario que las capacitaciones sean lo suficientemente

adecuadas para que los encargados de mantener los indicadores (colaboradores del área) ejecuten de mejor manera la operación.

Permitirá saber cómo se encuentra el impacto ambiental que la operación genera, además, formular acciones correctivas ante algún desvío de los niveles óptimos de los indicadores.

5.1.5.1.2. Cumplimiento de estándares

Se propone un sistema de incentivos (bonificaciones) para los colaboradores del área. Estos incentivos serán entregados trimestralmente si los indicadores se en los niveles óptimos. Esto permitirá que los colaboradores se comprometan a cumplir los estándares. Se han propuesto dos alternativas:

- Bonificación monetaria: este tipo de incentivo muchas veces es el que podría pensarse, es el más motivador, pero por lo regular entre más dinero adquiere una persona, más dinero gastará. Es decir, si es factible para motivar a la gente, sin embargo, no será algo que elimine problemas económicos, por lo tanto, solo motivará a corto plazo.
- Tiempo libre: generar un sistema de tiempo libre que permita a los colaboradores del área tener medio día libre cada dos semanas por los tres meses siguientes después de lograr los indicadores, permitirá a los colaboradores planificar actividades que el tiempo de trabajo no les permite hacer, esto generará un impacto positivo y los motivará a cumplir los estándares e indicadores que la operación tendrá.

Un sistema de incentivos deberá generar motivación en los colaboradores del área, por lo tanto, de las dos alternativas anteriormente descrita se

seleccionará el tiempo libre ya que por la edad de los colaboradores (arriba de los 30 años) se inclinarán por tener tiempo para realizar actividades que el trabajo impide.

6. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

6.1. Resultados

El actual trabajo de graduación pretendía en su objetivo general reducir la vulnerabilidad ambiental mediante un manejo eficiente del recurso hídrico en el área de saneamiento de una fábrica procesadora de alimentos. Dentro del objetivo general se planteó una reducción del consumo del recurso hídrico entre un 20 % y un 40 %.

El objetivo general se ha comprobado, ya que la reducción del consumo de recurso hídrico fue de un 54 %, por lo tanto, se cumple el objetivo general que es reducir la vulnerabilidad ambiental mediante un manejo eficiente del recurso hídrico en el área de saneamiento de una fábrica procesadora de alimentos.

El desarrollo de la propuesta del actual trabajo de graduación inició en agosto de 2016 culminó con la medición de resultados a finales de febrero de 2017. Cabe mencionar que para realizar los cambios propuestos fue necesario emplear 3 meses. Es decir, a principios de noviembre de 2016 se dio por iniciada la propuesta y se midieron resultados desde esa fecha hasta finales de febrero de 2017, lo que dio como resultado una comprobación positiva de la hipótesis que sobrepasó en un 14 % el límite superior establecido. Además, para controlar las fugas fue necesario realizar una renovación en el área la cual se muestra en las siguientes tablas y figuras.

Tabla XXXII. **Reparación de fugas de entrada de agua en el área de saneamiento**

Entrada de agua				
Núm.	Ubicación	Descripción	Antes	Después
1	Manguera 4	Fuga en el acople, se cambió la manguera		
2	Manguera de tarimas	Fuga en el acople, se cambió la manguera		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Reparación de fugas de salida de agua en el área de saneamiento**

Salida de agua				
Núm.	Ubicación	Descripción	Antes	Después
1	Sifón de estante 1	Se reparó el sifón del segundo estante de lavado		
2	Sifón de estante 2	Se reparó el sifón del primer estante de lavado		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Reparación de fugas de salida de agua en el área de saneamiento**

Salida de agua				
Núm.	Ubicación	Descripción	Antes	Después
1	Sifon de estante 3	Se reparó el sifón del segundo estante de lavado		
2	Sifon de estante 4	Se reparó el sifón del primer estante de lavado		

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Cambio de mangueras de aspersion de estantes de lavado**



Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Cambio de mangueras de aspersion y sifones de los estantes de lavado**



Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Cambio de manguera para el lavado de tarimas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Área de secado y lavado de tarimas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Área de secado general**



Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Cámara de secado de gabachas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Carretón de traslado de piezas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Estante de piezas limpias a entregar**



Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Estantes de lavado de trapeadores y utensilios**



Fuente: elaboración propia.

Además, se presenta el ahorro del consumo del recurso hídrico, disminución de costos de operación e interpretación de resultados en los siguientes apartados de este inciso.

6.1.1. Proyección del consumo del recurso hídrico en área de saneamiento

El consumo de agua dentro del área de saneamiento representa actualmente un 46 % del consumo anterior, es decir, existe una reducción del 54 % del consumo de agua. En la siguiente tabla se muestra un desglose por semana de cada mes, mostrando así el consumo en metros cúbicos por semana, por mes, sumatoria de los 4 meses y promedio por mes.

Tabla XXXV. Resultados del consumo de agua por semana y mes en el área de saneamiento de piezas

SEMANA / ÁREA	1	2	3	4	5	6	TOTAL MES(Metros Cúbicos)
NOVIEMBRE DE 2016							
Saneamiento	12	11	13	10	5	0	51
DICIEMBRE DE 2016							
Saneamiento	13	9	11	13	6	0	52
ENERO DE 2017							
Saneamiento	0	9	12	11	13	4	49
FEBRERO DE 2017							
Saneamiento	11	10	12	15	5	0	53
TOTAL 4 MESES							205
PROMEDIO POR MES							51,25

Fuente: elaboración propia.

Al revisar la tabla anterior, se visualiza un promedio de consumo por mes de 51,25 metros cúbicos, es decir, 59,96 metros cúbicos menos antes de la implementación del proyecto.

En la siguiente tabla se muestra el consumo de todas las áreas de la planta que utilizan este recurso.

Tabla XXXVI. **Resultados del consumo de agua por mes y promedios de mes y día en área de saneamiento de piezas**

SEMANA / ÁREA	TOTAL METROS CÚBICOS 4 MESES	PROMEDIO METROS CÚBICOS AL MES	PROMEDIO METROS CÚBICOS AL DÍA
Saneamiento	204,98	51,25	1,71
Sensorial	42,29	10,57	0,35
Ingreso a planta	52,92	13,23	0,44
TOTAL METROS CÚBICOS CONSUMIDOS	300,19	75,05	2,50

Fuente: elaboración propia.

En los resultados de la tabla anterior, se visualiza un leve aumento en sensorial e ingreso a planta. Sin embargo, el área de saneamiento donde se desarrolló el proyecto se ve una reducción del 54 % que refleja un 42 % del reducción de consumo de agua en todas las áreas de la planta de producción donde se emplea el recurso hídrico.

6.1.2. Ahorro del consumo del recurso hídrico

Posterior a mostrar los resultados de las mediciones de 4 meses consecutivos, se muestra el ahorro que todo el desarrollo del actual trabajo de graduación ha generado; en la siguiente tabla se muestra el porcentaje de

consumo actual con respecto al anterior y el porcentaje que se redujo en el consumo del recurso hídrico.

La siguiente tabla muestra el ahorro del consumo hídrico con el análisis de los promedios mensuales expresados en metros cúbicos.

Tabla XXXVII. **Ahorro del consumo del recurso hídrico, análisis de promedios mensuales en metros cúbicos**

ANÁLISIS POR PROMEDIO MENSUAL (METROS CÚBICOS)			
Consumo anterior en planta	Consumo nuevo en planta	Porcentaje de consumo actual respecto al anterior	Porcentaje de reducción
130,15	75,05	58 %	42 %
Consumo anterior en área de saneamiento	Consumo nuevo en área de saneamiento	Porcentaje de consumo actual respecto al anterior	Porcentaje de reducción
111,2	51,25	46 %	54 %

Fuente: elaboración propia.

Es decir, existe un porcentaje de reducción del consumo de agua en el área de saneamiento del 54 % y un 42 % de reducción de consumo de agua en toda la planta.

6.1.3. Disminución de costos

Según el porcentaje de reducción y, sobre todo los metros cúbicos ahorrados, es posible conocer la disminución de costos

Mediante el análisis de los datos de reducción de consumo de agua y el costo por metro cúbico de consumo de agua se determinó la reducción de costos que en la siguiente tabla se muestra.

Tabla XXXVIII. **Análisis de la reducción de costos mediante costo por metro cúbico y reducciones del consumo de agua mensual**

Consumo anterior	Consumo actual	Costo por metro cúbico	Costo anterior	Costo actual	Reducción de costos
Metros cúbicos			Quetzales		
111,2	51,25	Q 5,60	Q 622,72	Q 287,00	Q 335,72

Fuente: elaboración propia.

Luego de analizar la tabla anterior se determinó un costo anterior de consumo de agua de Q 622,72 y un costo nuevo de Q 287,00, por lo tanto, existe una reducción de costos de Q 335,72 mensuales.

- Análisis del ahorro de tiempo en el accionamiento de mangueras

Posterior a analizar el ahorro de consumo de agua y realizar una conversión de metros cúbicos ahorrados, se encontró un ahorro de tiempo en los procesos. Es decir, diariamente se ahorrarán 11 horas en los procesos; este análisis se detalla en la siguiente tabla.

Tabla XXXIX. **Análisis de la reducción del tiempos de accionamiento diario de la manguera y la operación del área**

	Actual	Nuevo	Ahorro de tiempo
	Metros cúbicos por día		
Unidad de tiempo / consumo diario	3,71	1,71	
Horas	20	9	11
Minutos	1223	562	660

Fuente: elaboración propia.

Este ahorro de 11 horas diarias, representa prescindir de un colaborador del área, con un ahorro de aproximadamente Q 5 000,00 mensuales, aproximadamente, el salario de un colaborador del área.

6.1.4. Interpretación de resultados

El desarrollo del actual trabajo de graduación permite un 54 % de reducción del consumo del recurso hídrico, en el cual se planteaba inicialmente en la hipótesis una reducción entre el 20 % y el 40 %. Por lo tanto, se cumple la hipótesis en un 100 % y se sobre pasa la expectativa de reducción del consumo de recurso hídrico, reduciendo la vulnerabilidad ambiental por medio de un manejo eficiente del recurso hídrico.

El ahorro de Q 335,72 mensuales de consumo de agua se convierten en aproximadamente Q 4 028,64 anuales. La reducción de costos en el cambio de suministros lavables a suministros desechables es de Q 431,28 y de Q 5 175,30 anuales. Además, la reducción de tiempos de accionamiento de manguera da como resultado una reducción de 11 horas diarias y como resultado permite prescindir de un colaborador del área, teniendo una reducción de costos de Q 5 833,33 mensuales. Por lo tanto, se obtuvo una reducción de Q 6 600,33 mensuales lo cual al año son Q 79 203,96 Como al inicio se presenta, lo más importante de reducir el consumo del recurso hídrico es que contribuye en un 100 % a la meta de reducción de consumo de agua que la empresa requiere, ya que para esta es indispensable reducir la cantidad de agua que se vierte en los desagües municipales; se hace énfasis en que la empresa cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales.

6.2. Seguimiento por el equipo de trabajo

Para el aseguramiento del éxito del actual trabajo de graduación es necesario tener un correcto seguimiento por parte del equipo de trabajo (colaboradores) ya que son quienes tienen contacto en el área y tendrán a su cargo la ejecución de todas las nuevas implementaciones en el área. Por lo tanto, un sistema de tarjeteo, auditoría interna y un sistema de retroalimentación para los colaboradores son las herramientas para tener un correcto seguimiento.

6.2.1. Tarjeteo

El sistema de tarjeteo permite que los colaboradores del área informen a los encargados de auditoría incidencias en calidad y seguridad industrial dentro del área, lo cual permite que los colaboradores, encargados del área sean quienes directamente anuncien los problemas que en estos dos temas se presentan, para ayudar a los encargados de auditoría, mantenimiento y seguridad industrial a tener el área mejorada, para eliminar los problemas de calidad y seguridad industrial.

Estas tarjetas se encontrarán dentro del área para ser utilizadas en cualquier momento que se presente un riesgo. Serán recogidas cada dos semanas por el área de seguridad industrial y el área de calidad, estas al ser vistas y atendidas por estas dos áreas serán llevadas a los encargados de la auditoría interna de la empresa, que se encargaran de evaluar los riesgos y tomar medidas que permitan arreglar tales problemas, de modo que se tendrá una junta mensual entre auditoría y el área de seguridad industrial y calidad para tomar una decisión sobre qué acciones tomar para mitigar los riesgos presentados.

6.2.1.1. Tarjeta de riesgo de calidad

La tarjeta de riesgo de calidad permitirá al colaborador hacer saber cualquier problema que se presente, entre estos se tienen:

- Fugas
- Desgaste de boquillas de aspersión
- Problemas con indicadores
- Fallos en contadores de agua
- Problemas con desagües
- Fallas con agentes químicos
- Falta de Inocuidad

Estas tarjetas serán representadas de color rojo, como se presenta el diseño en la siguiente figura.

Figura 38. Diseño de tarjeta de riesgo de calidad

RIESGO DE CALIDAD		
ÁREA: _____		
NOMBRE DE COLABORADOR: _____		
TIPO DE RIESGO: _____		
MAGNITUD		
ALTO <input type="checkbox"/>	MEDIO <input type="checkbox"/>	BAJO <input type="checkbox"/>
COMENTARIOS:		

Fuente: elaboración propia.

6.2.1.2. Tarjeta de riesgo seguridad industrial

La tarjeta de riesgo de seguridad industrial se utilizará para reportar todos los riesgos referentes a este tema, los cuales se reportarán por medio de una tarjeta azul, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 39. Diseño de tarjeta de riesgo de seguridad industrial

RIESGO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL		
ÁREA: _____		
NOMBRE DE COLABORADOR: _____		
TIPO DE RIESGO: _____		
MAGNITUD		
ALTO <input type="checkbox"/>	MEDIO <input type="checkbox"/>	BAJO <input type="checkbox"/>
COMENTARIOS:		

Fuente: elaboración propia.

6.3. Auditoría interna al equipo de trabajo

La auditoría interna será realizada cada mes al equipo de trabajo por medio de una supervisión al área por los encargados de la auditoría interna de la empresa, la cual se realizará verificando el uso de los insumos desechables que se esté ejecutando tal como se ha estipulado; además, revisar las fugas, indicadores y si se utilizan las tarjetas de riesgos.

Las auditorías internas tienen como objetivo final tener un equipo y área en excelentes condiciones y que las acciones propuestas sean ejecutadas de manera óptima.

6.3.1. Revisión de indicadores

El equipo de auditoría interna se encargará de revisar los indicadores de consumo de agua mensualmente, si estos no cumplen los niveles óptimos deberán tomarse acciones para revertir la situación negativa. Además, revisarse si los niveles no se han cumplido, deben analizarse de qué manera se han cumplido o no con el uso de herramientas: lluvia de ideas, diagrama de Pareto, entre otras, que permitan saber la causa de no alcanzar los indicadores.

6.3.2. Revisión de tarjetas

Al momento de la visita de auditoría al área de saneamiento, se recogerán las tarjetas de riesgo de calidad y seguridad industrial que serán llevadas al área de calidad y seguridad industrial, respectivamente, de modo que tendrán una semana para revisarlas y posteriormente deben ser llevadas al área de auditoría interna para analizarlas.

Luego de que auditoría interna revise las tarjetas deberán sostener una reunión con el área de calidad y área de seguridad industrial, que servirá para tomar acciones correctivas dentro del área.

6.3.3. Cumplimiento de estándares

El debido cumplimiento de los estándares de limpieza se hará constar por medio de visitas semanales del equipo de auditoría interna al área de

saneamiento con el objetivo de visualizar y velar por que los estándares y formas de limpiar las piezas de las máquinas sea la que se ha designado. Se realizarán calificaciones como bajas, medias y altas, se determinará el nivel de cumplimiento de estándares, que a su vez servirán para determinar cuál será la bonificación por parte de los colaboradores del área.

6.4. Retroalimentación

Posteriormente al realizar las auditorías es necesario retroalimentar el sistema creado, de modo que mejore continuamente hasta perfeccionarse. Las diferentes opiniones de las áreas involucradas permiten consolidar una idea de mejora en el área de saneamiento.

6.4.1. Comparación de estándares propuestos con resultados actuales

Cuando se han obtenido los resultados mensuales, es necesario realizar una comparación entre los estándares propuestos y los resultados obtenidos, que permite saber cuánto ha hecho falta para lograr los indicadores del mes o cuanto se han sobrepasado estos.

Esta comparación puede utilizarse para realizar un análisis mensual por medio de herramientas como lluvia de ideas, análisis de Pareto, análisis de causa y efecto, entre otras, que permitan tomar decisiones para realizar ajusten en el plan del siguiente mes.

6.4.2. Fijación de nuevas metas

Al realizar la comparación entre indicadores mensuales obtenido e indicadores propuestos, se realiza un análisis para tomar decisiones sobre que ajustes realizar al actual método, lo cual da como resultado nuevas metas o indicadores mensuales. Estos ajustes se harán mensualmente, realizando de pruebas durante cuatro meses, de modo que el quinto mes sea para mantener un indicador durante los siguientes meses.

6.4.3. Reuniones de comunicación de nuevas metas

Una semana después de presentar resultados y fijar nuevas metas para el mes entrante, se realizará una reunión (mensual) donde se presentarán los indicadores del siguiente mes. Los que asistirán a esta reunión serán:

- Colaboradores del área de saneamiento
- Un representante de auditoría interna

CONCLUSIONES

1. Los metros cúbicos consumidos en el área de saneamiento en los últimos 10 meses fueron de 1 112 metros cúbicos, lo cual da un promedio por mes de 111,2 metros cúbicos, un consumo diario promedio de 3,71 metros cúbicos.
2. Se establecieron nuevos procesos en el área de saneamiento, que parten de utilizar menos agua para diluir el químico empleado para el correcto saneamiento de la pieza, para lograr la inocuidad en los alimentos. De tal forma, se consiguió un ahorro en el consumo de agua en el área de un 54 % y un ahorro en el consumo de agua de Q 335,72 al mes y al año de Q 4 028,64.
3. Se redujeron 11 horas diarias de accionamiento de manguera, las cuales se traducen en prescindir de un colaborador del área, que nos da como resultado una reducción de Q 5 833,33 mensuales y de Q 70 000,00 al año aproximadamente. Esto se traduce en 59,95 metros cúbicos de ahorro al mes y 719,40 metros cúbicos al año, aproximadamente.
4. Al realizar la campaña de concientización se verificó una nueva actitud de los colaboradores hacia la manera de utilizar el recurso hídrico; fue de gran apoyo para mantener los resultados del actual trabajo de graduación.
5. La sustitución de recursos lavables por recursos desechables dio como resultado un ahorro de Q 2 587,65 por 6 meses y de Q 5 175,30 anuales.

Además, se redujo en 8,29 metros cúbicos al mes y 100 metros cúbicos al año aproximadamente.

6. Las fugas y desgaste de boquillas de aspersión fueron revisadas inicialmente, analizadas y reparadas; los cambios fueron presentados en la sección de resultados, esto dio como resultado una operación más eficiente y cómoda para los colaboradores. La revisión de fugas se hará de forma mensual por el equipo de auditoría interna, colaboradores del área, equipo de seguridad industrial y mantenimiento preventivo.
7. Las capacitaciones constarán de dos fases: la primera fase se realizará en dos meses, una sesión por semana, siendo de 8 semanas de capacitación. La segunda fase se realizará en un mes, pero serán dos sesiones por semana, siendo 4 semanas. La primera fase planteo el contenido teórico de la implementación y la segunda fase puso en práctica estos conocimientos. Las capacitaciones permitieron que los colaboradores tuvieran claros los objetivos y la manera de operar la nueva implementación.

RECOMENDACIONES

1. Para aumentar la eficiencia de las mediciones del consumo de recurso hídricos es necesario adquirir un caudalímetro que medirá de manera con más exactitud y proporcionará datos certeros para su posterior análisis.
2. La eficiencia de los colaboradores, procesos, estándares y métodos, aumentaría al tener un coordinador del área de saneamiento con metas establecidas y, por consiguiente, que su equipo busque el logro de estos objetivos.
3. Para aumentar la concientización del uso correcto del recurso hídrico en los colaboradores del área se debe aumentar el periodo de la campaña de la concientización y hacer una capacitación con todos los colaboradores de la planta de producción. De no existir tiempo para realizar tal capacitación puede realizarse al final de las capacitaciones periódicas que ellos sostienen mensualmente.
4. Auditoría interna debe velar el correcto uso de los suministros desechables, ya que después de utilizarse deben colocarse en el contenedor de reciclaje, si estos fueran lavados después de utilizados no cumplirían con el objetivo principal: reducir el consumo de recurso hídrico.
5. Para tener un mejor control de fugas dentro del área es necesario adquirir un equipo de medición de fugas, el cual por medio de un scanner

permite verificar la existencia de fugas en las tuberías dentro de las paredes del área.

6. Auditoría interna debe validar los medidores de caudal de agua implementados de manera mensual que dará como resultado una revisión cuantitativa de los metros cúbicos que deben consumirse dentro del área, según los indicadores implementados.
7. El facilitador de las capacitaciones debe realizar un curso de manejo eficiente del recurso hídrico, preferiblemente en una escuela que se dedique al estudio de tal recurso. Este curso dará un mayor compromiso por parte del facilitador y esto lo contagiará a los colaboradores, que de como resultado una mejor calidad en las capacitaciones impartidas a los colaboradores.

BIBLIOGRAFÍA

1. Estado de Guatemala, Asamblea Nacional Constituyente. *Constitución Política de la República de Guatemala*. Guatemala: Diario de Centro América, 1985. 25 p.
2. Congreso de la República de Guatemala. *Código Municipal, Decreto Número 12-2002*. Guatemala: s.n., 2002.
3. _____. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente*. Guatemala: Diario de Centro América, 1986. 80 p.
4. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED). *La vulnerabilidad asociada a los desastres, un marco conceptual para Guatemala*. Guatemala: JICA, 2012. 15 p.
5. DELGADO, Carlos Díaz. *Recursos hídricos: conceptos básicos y estudios de caso en Iberoamérica*. Uruguay: Piriguazú Ediciones, 2005. 136 p.
6. Gabinete Específico del Agua, Gobierno de Guatemala. *Política nacional del agua en Guatemala y su estrategia*. Guatemala: Diario de Centro América, 2011. 40 p.
7. HAJEK, Ernst R. *Pobreza y medio ambiente en América Latina*. Buenos Aires, Argentina: Centro Interdisciplinario de Estudios sobre el Desarrollo Latinoamericano (CIEDLA), 1995. 145 p.

8. MARN-URL/IARNA-PNUMA. *Informe ambiental del Estado de Guatemala*. Guatemala: Diario de Centro América, 2009. 55 p.
9. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN. [en línea]. <<http://marn.gob.gt/>> [Consulta: 18 de abril de 2016].
10. _____. *Documento base del pacto ambiental en Guatemala*. Guatemala: Diario de Centro América, 2016. 160 p.
11. Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator (UNDRO). *Natural disasters and vulnerability analysis*. Geneva: United Nations Disaster Relief Office, 1979. 25 p.
12. Organización de Naciones Unidas. *Declaración de Estocolmo*. Estocolmo, Suecia: ONU, 1972. 87 p.
13. _____. *Segundo informe de la Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*. México: Sociedad Estatal Expoagua Zaragoza, 2006. 20 p.
14. SÁNCHEZ BRAVO, Álvaro A. *Agua: Un recurso escaso*. México: Arcibel Editores, 2006. 147 p.

ANEXO

Anexo 1. Mapa de contadores de la empresa

Fuente: elaboración de la empresa.

