



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

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES  
DEL PROCESO DE ÓSMOSIS INVERSA Y PLAN DE CONTINGENCIA SÍSMICO EN  
INDUSTRIAS LICORERAS DE GUATEMALA, PLANTA DE AGUA PURA BEPRESA**

**Gilberto Estuardo Rivera Salguero**

Asesorado por el MA. Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, julio de 2013





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES  
DEL PROCESO DE ÓSMOSIS INVERSA Y PLAN DE CONTINGENCIA SÍSMICO EN  
INDUSTRIAS LICORERAS DE GUATEMALA, PLANTA DE AGUA PURA BEPRESA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**GILBERTO ESTUARDO RIVERA SALGUERO**

ASESORADO POR EL MA. ING. JAIME HUMBERTO BATTEN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez




## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES  
DEL PROCESO DE ÓSMOSIS INVERSA Y PLAN DE CONTINGENCIA SÍSMICO EN  
INDUSTRIAS LICORERAS DE GUATEMALA, PLANTA DE AGUA PURA BEPRESA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha julio de 2010.

  
**Gilberto Estuardo Rivera Salguero**



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 13 de septiembre de 2012.  
REF.EPS.DOC.1235.09.12.

Ingeniera  
Sigrid Alitza Calderón de León De de León  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Inga. Calderón de León De de León.


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería, **Gilberto Estuardo Rivera Salguero**, Carné No. **200312414** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE OSMOSIS INVERSA Y PLAN DE CONTINGENCIA SÍSMICO EN INDUSTRIAS LICORERAS DE GUATEMALA, PLANTA DE AGUA PURA BEPRESA"**.

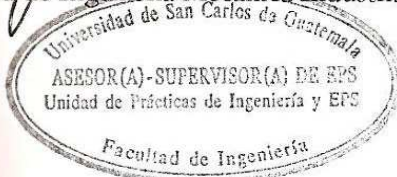
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel  
**Asesor-Supervisor de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHBE/ra



Guatemala, 13 de septiembre de 2012.  
REF.EPS.D.739.09.12

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

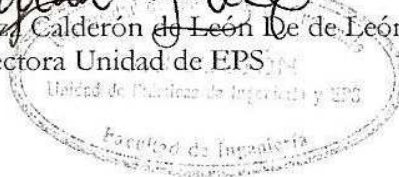
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE OSMOSIS INVERSA Y PLAN DE CONTINGENCIA SÍSMICO EN INDUSTRIAS LICORERAS DE GUATEMALA, PLANTA DE AGUA PURA BEPRESA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Gilberto Estuardo Rivera Salguero** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Sigrid Alitz Calderón de León de León  
Directora Unidad de EPS



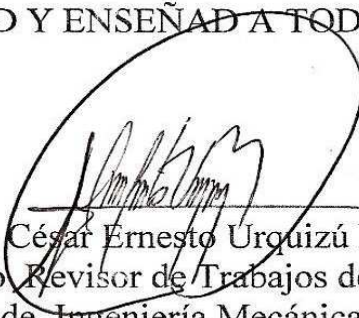
SACdLDdL/ra





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE OSMOSIS INVERSA Y PLAN DE CONTINGENCIA SISMICO EN INDUSTRIAS LICORERAS DE GUATEMALA, PLANTA DE AGUA PURA BEPRESA**, presentado por el estudiante universitario **Gilberto Estuardo Rivera Salguero**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2012.

/mgp





REF.DIR.EMI.206.013

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 **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE ÓSMOSIS INVERSA Y PLAN DE CONTINGENCIA SÍSMICO EN INDUSTRIAS LICORERAS DE GUATEMALA, PLANTA DE AGUA PURA BEPRESA**, presentado por el estudiante universitario **Gilberto Estuardo Rivera Salguero**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

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



Guatemala, julio de 2013.

/mgp



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: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE ÓSMOSIS INVERSA Y PLAN DE CONTINGENCIA SÍSMICO EN INDUSTRIAS LICORERAS DE GUATEMALA, PLANTA DE AGUA PURA SEPRESA**, presentado por el estudiante universitario: **Gilberto Estuardo Rivera Salguero**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, julio de 2013



/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mis padres**

Gilberto Rivera e Irma Salguero de Rivera. Por los esfuerzos que realizaron, consejos, enseñanzas y valores morales que me inculcaron para formar de mí, a una persona de bien.

### **Mi hijo**

William Estuardo Rivera Álvarez. Para él va dedicado con todo mi amor, por ser él lo más valioso que Dios me ha proveído, y ser fuente de mi inspiración.

### **Mis hermanos**

Adriana, Karen, Byron, Kevin Rivera Salguero. Por los momentos buenos y malos que compartimos, ya que cada uno de esos momentos nos hizo conocer uno más del otro para crear esa fuerza que hoy nos une.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por darme la vida, mostrarme el camino correcto de cómo conducirme en ella y sobre todo por darme la fortaleza para luchar, para alcanzar todas las metas trazadas en mi vida.
- Mis padres** Irma Salguero de Rivera y Gilberto Rivera por la paciencia y apoyo otorgado durante toda mi vida.
- Mis hermanos** Por su apoyo en los momentos difíciles que he enfrentado.
- Universidad de San Carlos de Guatemala** En especialmente a la Facultad de Ingeniería, por darme la formación académica.

Y a todas aquellas personas que contribuyeron a la realización de este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	1
1.1. La empresa.....	2
1.1.1. Historia .....	3
1.1.2. Visión .....	7
1.1.3. Misión .....	8
1.1.4. Organización.....	8
1.1.4.1. Organigrama de la empresa .....	11
1.1.5. Objetivos de la empresa .....	15
1.1.6. Productos de la empresa .....	16
1.1.7. Ubicación de la empresa .....	17
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL (PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE ÓSMOSIS INVERSA).....	19
2.1. Situación actual .....	20
2.1.1. Proceso de purificación de agua.....	28
2.1.1.1. Diagrama de flujo de proceso .....	30
2.1.1.2. Definición del funcionamiento del equipo utilizado en el proceso .....	32

2.1.2.	Costo energético de extracción de pozos.....	42
2.1.2.1.	Extracción de agua del pozo para la purificación .....	44
2.1.2.2.	Extracción de agua del pozo para servicios .....	51
2.1.3.	Métodos de control del proceso de ósmosis inversa.....	56
2.1.4.	Historial de horas trabajadas por el proceso de ósmosis inversa.....	57
2.1.4.1.	Cálculo de desperdicio de agua .....	59
2.1.5.	Calidad de agua en el complejo .....	62
2.1.5.1.	Análisis de agua residual.....	62
2.1.5.2.	Análisis del agua de servicios .....	66
2.1.5.3.	Comparación de agua residual versus agua de servicios .....	67
2.1.6.	Análisis de áreas de trabajo .....	68
2.1.6.1.	Plano de la planta.....	68
2.1.6.2.	Distribución de equipo.....	70
2.1.6.3.	Higiene .....	72
2.1.6.4.	Orden .....	74
2.1.6.5.	Organización .....	75
2.1.7.	Equipo crítico en proceso de ósmosis inversa .....	76
2.1.7.1.	Funcionalidad de las membranas en el proceso de ósmosis inversa .....	77
2.1.7.2.	Capacidad de membranas en buen estado versus capacidad en mal estado.....	78

	2.1.7.3.	Comparación de agua residual con equipo idóneo versus equipo en mal estado .....	79
	2.1.8.	Tanques de almacenaje de agua de servicio .....	80
	2.1.8.1.	Capacidad.....	81
	2.1.8.2.	Ubicación.....	81
	2.1.9.	Demanda de agua en la planta.....	82
	2.1.9.1.	Demanda de agua para servicios .....	83
	2.1.9.2.	Demanda de agua para purificación ....	83
	2.1.10.	Plano de distribución de recurso hídrico .....	83
2.2.		Propuesta de mejora .....	85
	2.2.1.	Estructura general de la empresa.....	85
	2.2.2.	Organigrama de bepresa .....	88
	2.2.3.	Diagrama de flujo de proceso .....	89
	2.2.4.	Medición de agua residual en el proceso de ósmosis inversa .....	92
	2.2.4.1.	Análisis de membranas .....	94
	2.2.4.2.	Lectura del flujo volumétrico .....	96
	2.2.5.	Análisis para el uso del agua residual del proceso de ósmosis inversa .....	97
	2.2.5.1.	Análisis de agua de servicios.....	97
	2.2.5.2.	Análisis de agua residual de proceso ..	99
	2.2.5.3.	Análisis de documentación coguanor.....	101
	2.2.5.4.	Comparación de los tres análisis .....	103
	2.2.5.5.	Conclusión de la comparación realizada aprobada por encargado de calidad de la empresa.....	106
	2.2.6.	Evidencia de daño al ambiente.....	109

2.2.6.1.	Horas de trabajo de ósmosis inversa.....	112
2.2.6.2.	Volumen de agua residual del proceso de ósmosis inversa .....	113
2.2.6.3.	Definición del agua como líquido vital en el planeta tierra.....	114
2.2.7.	Evidencia de costo energético en extracción .....	115
2.2.7.1.	Pozo para purificación.....	116
2.2.7.2.	Pozo para servicios .....	117
2.2.8.	Diseño del sistema a implementar y sus áreas involucradas .....	118
2.2.8.1.	Mejora del diseño del plano de la planta.....	120
2.2.8.2.	Identificación de áreas a involucrar ....	120
2.2.8.3.	Diseño del plano de tuberías a emplear .....	120
2.2.9.	Análisis de materiales y herramientas a utilizar.....	121
2.2.10.	Análisis de costos.....	123
2.2.10.1.	Costos de instalación .....	123
2.2.10.2.	Materiales directos .....	124
2.2.10.3.	Mano de obra directa .....	125
2.2.10.4.	Costo indirecto .....	125
2.2.11.	Cálculo de la rentabilidad de la inversión .....	126
2.2.12.	Análisis de operación del sistema .....	130
2.2.12.1.	Diagrama de actividades y operaciones.....	131
2.2.12.2.	Flujograma de decisiones en operación del sistema .....	132
2.2.13.	Plano de distribución de recurso hídrico .....	133



3.	FASE DE INVESTIGACIÓN (PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE EMERGENCIA DE SISMOS EN LA PLANTA BEPRESA) .....	135
3.1.	Plan de contingencia ante emergencia de sismos.....	137
3.1.1.	Justificación del fin principal del plan.....	138
3.1.2.	Propósito del plan de evacuación .....	139
3.1.3.	Objetivos del plan de evacuación y su desarrollo .	140
3.2.	Desarrollo del plan de evacuación.....	141
3.2.1.	Identificación de riesgos .....	142
3.2.2.	Identificar debilidades de instalación .....	151
3.2.3.	Identificar oportunidades de mejora en la señalización .....	153
3.2.4.	Identificar rutas de evacuación .....	159
3.2.5.	Identificar lugares seguros.....	160
3.3.	Descripción de funciones del responsable .....	164
3.3.1.	Funciones del responsable del plan .....	164
3.3.2.	Funciones del coordinador del plan .....	165
3.3.3.	Definición de puestos .....	166
3.3.4.	Definición de funciones de puestos .....	167
3.3.5.	Comités de trabajo.....	171
3.3.5.1.	Descripción .....	172
3.3.5.2.	Propósito.....	173
3.3.5.3.	Composición .....	173
3.3.5.4.	Función general del comite.....	173
3.4.	Activación del plan y alerta .....	174
3.4.1.	Sistema de alerta temprana.....	175
3.4.2.	Sistema de alerta.....	176
3.4.3.	Criterios de activación .....	178
3.4.4.	Interpretación de los niveles de alerta .....	178

4.	FASE DE DOCENCIA (CAPACITACIÓN DE PERSONAL SOBRE PLAN DE CONTINGENCIA, OPERACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y DEBILIDADES OPERACIONALES EXISTENTES).....	181
4.1.	Planificar reuniones.....	181
4.1.1.	Documentación de propuestas.....	183
4.2.	Programación de capacitaciones .....	183
4.2.1.	Funcionamiento del sistema de aprovechamiento de agua .....	184
4.2.2.	Reforzamiento en distintas debilidades del personal.....	185
4.2.3.	Plan de evacuación .....	185
4.2.4.	Cultura de seguridad e higiene industrial .....	186
4.3.	Presentación de resultados.....	186
4.3.1.	Examen teórico .....	187
4.3.2.	Examen práctico.....	188
	CONCLUSIONES.....	191
	RECOMENDACIONES .....	193
	BIBLIOGRAFÍA.....	195
	APÉNDICE .....	197

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Estructura general de Industrias Licoreras de Guatemala .....	10
2.	Descripción de puestos .....	13
3.	Organigrama BEPRESA.....	14
4.	Productos de BEPRESA .....	17
5.	Mapa de ubicación .....	18
6.	Lluvia de ideas .....	23
7.	Lluvia de ideas (mano de obra).....	24
8.	Lluvia de ideas (método de trabajo) .....	24
9.	Lluvia de ideas (medio ambiente).....	25
10.	Lluvia de ideas (material) .....	25
11.	Lluvia de ideas (maquinaria y equipo).....	26
12.	Lluvia de ideas (medición).....	26
13.	Diagrama Causa y Efecto.....	27
14.	Diagrama de flujo de proceso.....	31
15.	Filtro de agua .....	32
16.	Ósmosis inversa .....	34
17.	Filtro de arena .....	35
18.	Descripción de filtro de arena.....	36
19.	Filtro de carbón .....	37
20.	Luz ultra violeta .....	39
21.	Ozono.....	41
22.	Costo energético .....	43
23.	Croquis de instalaciones .....	44

24.	Ubicación pozo de extracción para purificación .....	47
25.	Cálculo de horas de trabajo netas .....	48
26.	Costo energético en pozo de extracción para purificación.....	51
27.	Bomba en pozo de extracción para servicios.....	52
28.	Ubicación de pozo de extracción para servicios .....	54
29.	Costo energético en pozo de extracción para servicios .....	56
30.	Características, LMA y LMP.....	63
31.	Análisis comparativo .....	67
32.	Plano actual de la planta.....	69
33.	Área de llenado de garrafón.....	70
34.	Área de ozonificación.....	71
35.	Área de ósmosis inversa .....	71
36.	Área de llenado <i>sportcap</i> y <i>flatcap</i> .....	72
37.	Higiene.....	73
38.	Orden .....	74
39.	Organización.....	75
40.	Ósmosis inversa – membranas tubulares .....	76
41.	Aljibes (tanques de almacenamiento) .....	82
42.	Plano de recurso hídrico .....	84
43.	Estructura general industria licorera de Guatemala .....	87
44.	Organigrama BEPRESA .....	88
45.	Diagrama de flujo de proceso (parte 1/2).....	90
46.	Diagrama de flujo de proceso (parte 2/2).....	91
47.	Salida de residuo de proceso de ósmosis inversa .....	92
48.	Toma de datos de aforo a agua residual.....	93
49.	Membranas de ósmosis inversa .....	95
50.	Lectura de flujo de agua residual en proceso de ósmosis inversa.....	96
51.	Muestra de agua de servicios .....	97
52.	Muestra de agua residual.....	99

53.	Parámetros COGUANOR NGO 29001 .....	103
54.	Resultados de análisis en laboratorio.....	104
55.	Parámetros COGUANOR NGO 29001 .....	105
56.	Diseño de áreas involucradas en sistema .....	119
57.	Diseño de tubería implementada.....	121
58.	Rentabilidad de la inversión .....	130
59.	Diagrama de actividades y operaciones.....	131
60.	Flujograma de decisiones en operación .....	132
61.	Plano de recurso hídrico.....	134
62.	Gráfico de placas .....	136
63.	Croquis del complejo.....	142
64.	Formato de análisis de riesgos.....	143
65.	Graderío interno .....	144
66.	Pasamanos laterales y frontales .....	145
67.	Gráfica de riesgos .....	147
68.	Consolidado de recorrido en empresa .....	151
69.	Ruta de evacuación preimplementación .....	153
70.	Áreas de riesgo en la ruta de evacuación .....	154
71.	Señalización de ruta de evacuación.....	156
72.	Condición segura .....	157
73.	Prohibición.....	158
74.	Peligros o riesgos.....	158
75.	Obligación .....	159
76.	Ruta de evacuación.....	160
77.	Antes de un sismo.....	161
78.	Durante un sismo .....	162
79.	Después de un sismo .....	163
80.	Responsable del plan.....	164
81.	Coordinador del plan .....	165

82.	Definición de puestos.....	167
83.	Responsable del plan.....	168
84.	Coordinador del plan.....	169
85.	Comité de evacuación.....	169
86.	Comité de primeros auxilios.....	170
87.	Comité de rescate.....	170
88.	Comité de riesgos.....	171
89.	Descripción de dependencia.....	172
90.	Función general del comité.....	174
91.	Sistema de alerta.....	177
92.	Planificación de capacitaciones.....	182
93.	Programación de capacitaciones.....	184
94.	Examen teórico.....	187
95.	Examen práctico.....	189

## TABLAS

I.	Cálculo de arranques en frío.....	45
II.	Costo energético de extracción para purificación.....	50
III.	Costo energético de extracción para servicios.....	55
IV.	Horas trabajadas en ósmosis inversa 2007.....	58
V.	Horas trabajadas en ósmosis inversa 2008.....	58
VI.	Horas trabajadas en ósmosis inversa 2009.....	59
VII.	Horas trabajadas en ósmosis inversa 2007.....	60
VIII.	Horas trabajadas en ósmosis inversa 2008.....	61
IX.	Horas trabajadas en ósmosis inversa 2009.....	61
X.	Análisis de agua residual.....	64
XI.	Análisis comparativo.....	65
XII.	Análisis comparativo.....	66

XIII.	Membranas en buen estado.....	79
XIV.	Membranas en mal estado .....	80
XV.	Simbología del plano de recurso hídrico .....	85
XVI.	Agua residual del proceso de ósmosis inversa .....	94
XVII.	Muestra del agua para servicios.....	98
XXVIII.	Muestra del agua residual .....	100
XIX.	Recopilación de laboratorio .....	108
XX.	Comparación del costo energético, pozo de purificación .....	116
XXI.	Comparación del costo energético, pozo de purificación .....	117
XXII.	Materiales.....	122
XXIII.	Costos de instalación .....	124
XXIV.	Materiales directos .....	125
XXV.	Materiales directos .....	125
XXVI.	Costos indirectos.....	126
XXVII.	Consolidado de costos .....	127
XXVIII.	Consumo eléctrico 2010.....	128
XXIX.	Simbología de distribución .....	133
XXX.	Tabulación de riesgos .....	146
XXXI.	Ficha de riesgos y EPP .....	148
XXXII.	Resultados de ficha de riesgos .....	150





## GLOSARIO

<b>Analizar</b>	Hacer análisis de alguna cosa, es decir, separar las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos.
<b>Aplicar</b>	Poner una cosa en contacto de otra o sobre otra.
<b>Deducir</b>	Sacar consecuencias de un principio, proposición o supuesto.
<b>Definir</b>	Representar por medio del lenguaje con claridad y exactitud la significación de un concepto. Es una operación mental que consiste en determinar las características de un concepto que le hacen diferente de otros.
<b>Describir</b>	Representar por medio del lenguaje, objetos, fenómenos o situaciones refiriendo sus distintas partes, cualidades o circunstancias.
<b>Determinar</b>	Fijar la naturaleza, características o límites de un objeto o fenómeno. Es decir, especificar las características que lo distinguen de otro concepto del mismo tipo.

<b>Distinguir</b>	Conocer la diferencia que hay de unas cosas a otras.
<b>Dureza del agua</b>	Como aguas duras se consideran aquellas que requieren cantidades considerables de jabón para producir espuma y producen incrustaciones en las tuberías de agua caliente.
<b>Elaborar</b>	Construir un producto por medio de un trabajo adecuado.
<b>EPP</b>	Equipo de protección personal.
<b>Falla</b>	Es una fractura en las rocas a lo largo de la cual ha habido movimiento por lo menos en los últimos 10 mil años.
<b>Identificar</b>	Reconocer si un objeto, sujeto, fenómeno o situación es la que se supone o busca.
<b>Intensidad</b>	Escala utilizada para medir la fuerza con que se sintió un sismo, o los daños ocasionados. La más utilizada actualmente es la escala de Mercalli Modificada.
<b>Latitud</b>	Distancia medida hacia el norte o el sur, respecto al paralelo 0 (cero) Ecuador, expresada generalmente en grados y minutos.

<b>LAP</b>	Límite máximo aceptable.
<b>Longitud</b>	Distancia medida hacia el este o el oeste, respecto al Meridiano de Greenwich, expresada generalmente en grados y minutos.
<b>LMP</b>	Límite máximo permisible.
<b>Magnitud</b>	Utilizada para medir el tamaño de un sismo, es decir, la cantidad de energía que liberó. La más conocida es la escala de Richter.
<b>pH</b>	Logaritmo negativo de base 10 de la concentración acuosa de iones hidrógeno: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ . Conociendo este parámetro se puede decir si una sustancia es ácida o alcalina.
<b>Resumir</b>	Reducir a términos breves y precisos lo esencial de una cosa. En el caso de un texto, seguir los apartados y sentido aportado por el autor.
<b>Terremoto</b>	Cualquier movimiento sísmico que produce daños de importancia, y pérdidas humanas.



## RESUMEN

Este trabajo de graduación fue desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en Industrias Licoreras de Guatemala, en la planta de purificación y distribución de agua BEPRESA. Tomando en cuenta que el agua es uno de los recursos que ofrece la naturaleza y al mismo tiempo es una de las riquezas indispensables para la vida del hombre y para sus actividades productivas.

Un problema que se presenta referente al agua es la escasez que existe y es que año tras año se requiere de más agua, debido a la sobrepoblación que presenta este país y a la escasez de lluvias.

Actualmente se considera que uno de los principales desafíos de la década que comienza, es garantizar la calidad y la cantidad de agua a millones de personas en condiciones satisfactorias.

Calidad, la planta de agua pura BEPRESA cuenta con la certificación a la Calidad NSF Internacional la cual es otorgada a las empresas que cumplen con los estrictos lineamientos de la norma genérica ISO 22000.

Sin embargo, el agua no debe medirse solamente en cantidad sino también en términos de calidad, distribución y utilidad.

Cantidad y utilidad, es este el punto en el cual se observó la necesidad de realizar, diseñar y montar el trabajo de graduación el cual se identifica con el nombre de: Implementación de un sistema de aprovechamiento de las aguas

residuales del proceso de ósmosis inversa en Industrias Licoreras de Guatemala, planta de agua pura BEPRESA, el cual no solo es un beneficio para el ambiente, sino, que también fue un beneficio para la empresa.

Para poder llevar a cabo dichos beneficios fue necesario realizar mejoras y diseños tanto en el aspecto de infraestructura, costos, ahorro de energía, reducción de extracción de agua de pozos y aprovisionamiento de aguas para servicios; partiendo del conocimiento del rechazo de agua en el proceso de ósmosis inversa, el cual ascendía a un 20 por ciento del agua que ingresa a dicho proceso y que anteriormente era vertido a la planta de tratamiento de aguas residuales sin antes ser utilizada.

Dentro del desarrollo de diseño del sistema de aprovechamiento del agua residual en el proceso de ósmosis inversa, fue necesario trasegar la misma a aljibes colocados a desnivel de la expulsión del agua residual, para lo cual se necesitó de cálculos para la elección del mejor material y el más adecuado para trasegar el agua.

Posteriormente de los estudios de costos y rentabilidad de inversión en el proyecto valiéndonos de los reportes de gasto energético, la extracción de agua en los pozos, el desperdicio de agua, los costos indirectos que incurrieron en el proyecto, diseños de infraestructura, recursos humanos y materiales; se procedió a dejar constatado el trabajo en un plano de tubería y de recurso hídrico del área modificada y del complejo.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Implementar el sistema de aprovechamiento de aguas residuales del proceso de ósmosis inversa de la planta BEPRESA, con el fin de elevar la eficiencia y eficacia en términos de uso y aprovechamiento del producto, disminuir el gasto energético y optimizar su capital. Para el cual será necesaria la capacitación del personal para la optimización del uso de la misma; así reforzando las debilidades y a la vez detectar las oportunidades de mejora, tanto en la rama de seguridad como de higiene y salubridad en el lugar de trabajo. Conjunto a esto se propondrá un plan de contingencia ante sismos que la empresa podrá implementar en el momento que lo requiera, con la intención de aumentar la autoprotección y cultura de seguridad de cada uno de los colaboradores del complejo.

### **Específicos**

1. Reducir el desperdicio del agua de calidad proponiendo un uso diario, viéndolo desde el punto de vista el agua líquido vital, y elemento natural finito.
2. Reducir los costos de energía en extracción de agua de los pozos.
3. Reducir el fluido volumétrico de agua en extracción de los pozos.
4. Aprovechamiento de agua constante en servicios del complejo.

5. Proteger al colaborador ante sismos o bien ante un escenario de emergencia, ocasionada por el mismo o bien derivada del mismo.
6. Capacitar al colaborador en seguridad personal y ocupacional.
7. Formar responsables de grupos de rescate para tener un control mayor en caso de una emergencia.
8. Aumentar el perfil del supervisor de producción para obtener mejores resultados.
9. Coordinar de la mejor manera el plan de contingencia, las rutas de evacuación y los puntos de reunión.



## INTRODUCCIÓN

Bebidas Preparadas, S.A., es una empresa del Grupo Industrias Licoreras de Guatemala dedicada a la producción y distribución de agua purificada desde 1994, bajo la marca Scandia.

Scandia está comprometida con la calidad, pureza y frescura de sus productos; posee el respaldo de un grupo de tradición y abolengo que garantiza la calidad de sus productos a nivel nacional e internacional.

Sistema de calidad fundamentado en las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM's) y el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) con el fin de cumplir con la satisfacción y seguridad de cliente. Sistema de Calidad Certificado por NSF desde el 2008.

Agua purificada, suave (dureza 0 – 60 ppm) y alta en minerales (7-8 pH) , que destacan su frescura y aportan un sabor único y refrescante.

La planta de purificación se encuentra localizada en el kilómetro 16,5 carretera Roosevelt, 4-81 zona 1 de Mixco, Guatemala, C.A., compartiendo instalaciones con la planta de producción de licor reconocida con el nombre de Industrias Licoreras de Guatemala.

Para llegar a la delimitación del trabajo de graduación realizado, se llevó a cabo un recorrido por las instalaciones de la planta de purificación Scandia, en el cual se pudieron evidenciar tanto fortalezas como oportunidades de implementación y mejora.

Durante el recorrido se pudieron observar oportunidades de rotulación en lo que a seguridad e higiene industrial respecta, así como la oportunidad de reforzamiento y capacitación de personal en las áreas de Equipo de Protección Personal (EPP).

Otras de las oportunidades contempladas fue la reorganización de maquinaria utilizada en el proceso de purificación.

Se realizó una presentación de temas contemplados para la elaboración del trabajo de graduación, los cuales contenían el nombre y un breve texto de la importancia de cada uno de estos, para gerencia y administración de la planta, el tema a desarrollar fue la implementación de un sistema de aprovechamiento de las aguas residuales del proceso de ósmosis inversa junto a un plan de contingencia sísmico en Industrias Licoreras de Guatemala, planta de agua pura BEPRESA.

Los beneficios expuestos a la Gerencia y Administración de la planta, fueron con un enfoque de aprovechamiento de recursos para el ahorro de costos y maximización de productividad en sus procesos tanto de producción como en los de distribución de recurso hídrico de la empresa, junto a ello elevando la seguridad del colaborador.

Para contrarrestar estas debilidades, se consideraron varios aspectos a tratar como: el control de extracción de agua en los pozos, el diseño del recorrido de tubería, la reorganización de la ruta de evacuación, la rotulación necesaria para la seguridad del colaborador, la rotulación básica y necesaria para el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura, capacitación, así como otras actividades complementarias para el alcance del objetivo del trabajo de graduación.

Todas estas actividades se llevaron a cabo prefechadas y en un orden cronológico, para el buen desarrollo y auto control de las mismas con el fin del cumplimiento y la correcta ejecución.

El desarrollo de cada una de las actividades es detallado en los incisos correspondientes al índice planteado.



## **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

Industrias Licoreras de Guatemala, es una organización integrada verticalmente. Desde la producción de la caña de azúcar, garantiza la calidad de las mieles vírgenes con las que elabora los más finos rones, añejados en altura. Posteriormente, se encarga de la distribución de productos para que estén en el punto de venta, al alcance de los consumidores.

La organización se compone de un ingenio y una destilería (situados en Cuyotenango), un centro de añejamiento en Quetzaltenango, dos plantas de envasado y una distribuidora a nivel nacional. Para el mercado de exportaciones cuenta con una alianza con DIAGEO, el más importante distribuidor de licores a nivel internacional, que comercializa la marca Ron Zacapa Centenario.

Como negocios alternos, Industrias Licoreras de Guatemala también se dedica a la producción y comercialización de levadura con las marcas Federal, Red Star, Freemann y Fleischmann y agua pura con la marca SCANDIA.

Es una organización con principios éticos y una cultura organizacional descrita en su misión, visión y valores. Cuenta con políticas, normas y procedimientos que orientan las acciones de cada uno de los colaboradores.

La calidad es su prioridad, por ello su destiladora y plantas de envasado están certificadas bajo la Norma ISO 9001-2000. Asimismo, la planta de agua pura Scandia cuenta con la certificación a la Calidad NSF International la cual

es otorgada a las empresas que cumplen con los estrictos lineamientos de la norma genérica ISO 22000.

### **1.1. La empresa**

Bebidas Preparadas, S.A. (BEPRESA); es una empresa parte de la gran familia de la corporación de Industrias Licoreras de Guatemala, fundada en 1994.

Fue creada con la intención de proporcionar a la población en general, una nueva opción de agua purificada en diferentes presentaciones, principalmente en garrafón. En el inicio, la empresa comenzó con únicamente 7 personas, contando mecánicos, y personal de control de calidad, entre otros. Con el tiempo y la demanda del agua, se aumentó a dos turnos, luego a tres turnos y así es como se está trabajando desde hace 4 años, con un total de 54 personas en producción. Hasta el día de hoy se llevan 9 años de estar en el mercado de agua purificada, donde se ha obtenido un lugar preferencial en muchas de las casas guatemaltecas.

Fomenta el desarrollo personal y profesional de los colaboradores a través de programas formales de educación que tienen como objetivo principal elevar el nivel académico de los colaboradores para que puedan continuar con un plan de carrera en la empresa.

A través de una alianza con la Universidad Galileo ha implementado el Centro Universitario Galileo- Licorera el cual, desde el 2003, ofrece carreras universitarias a todos los colaboradores de la organización. A la fecha el centro cuenta con 206 alumnos inscritos. En noviembre de 2007 se graduó la primera promoción de licenciados en informática y mercadotecnia.

Industrias Licoreras de Guatemala es una organización donde la responsabilidad social empresarial forma parte de la estrategia empresarial y se ve reflejada en sus prácticas internas, con sus colaboradores, y externas, con la comunidad, clientes y proveedores.

La Fundación Industrias Licoreras de Guatemala es la entidad responsable de gestionar los programas de RSE orientados a la comunidad. Cuenta con tres escuelas ubicadas en Mixco, Santa Lucía Cotzumalguapa y San Andrés Villaseca, donde anualmente se atienden alrededor de 1,500 alumnos en pre-primaria y primaria. Adicionalmente, desde el 2008 trabaja un Programa de Desarrollo Sostenible con 250 familias en seis comunidades de Jocotán. Como complemento promueve el trabajo voluntario de los colaboradores en las comunidades.

### **1.1.1. Historia**

Según Industrias Licoreras de Guatemala, su historia se resume de la siguiente forma: en 1930 se funda Licorera Euzkadi, S.A., en Nahualate, Suchitepéquez y Licorera Zacapaneca, S.A., en Zacapa. En 1939 es fundada Licorera Quetzalteca, S.A., en Quetzaltenango. Todas las anteriormente mencionadas son plantas de elaboración, distribución y venta de bebidas alcohólicas.

En 1944 se crea la Gremial de Industrias Licoreras que permitió mejorar y estandarizar la calidad de los productos e invertir en nueva tecnología. En 1959 se crea La Nacional, Distribuidora de Licores, S.A., con el objetivo de unificar esfuerzos en el mercadeo, distribución y venta de productos. Ésta planifica y desarrolla las estrategias de mercadeo y comercialización de las

diferentes marcas. Incluye el Departamento Internacional que exporta y promueve los productos en otros países.

En 1963 abre sus puertas Industria Licorera Guatemalteca, S.A., planta embotelladora ubicada en la ciudad de Guatemala. En 1972 se crea en la ciudad de Guatemala Cierres Metálicos de Seguridad, S.A. (CIMESSA), dedicada a la fabricación de casquetes y sistemas de cierre para envases de todo tipo, para las Industrias Licoreras y para exportación. En 1974 inicia sus operaciones DARSA, en Santa Lucía Cotzumalguapa, planta que trabaja 24 horas al día, recibiendo melazas y mieles vírgenes para transformarlas en alcohol para la elaboración de licores finos, populares y además alcoholes industriales y medicinales.

Actualmente las Industrias Licoreras de Guatemala también cuentan con empresas que se dedican a la producción de agua purificada y aguas con sabores como el caso de Bebidas Preparadas, S.A. (BEPRESA). En esta empresa se realizará el estudio de factibilidad que adelante se presenta. Otra empresa es Levaduras Universal, S.A., en donde se produce levadura seca, fresca e instantánea, polvo para hornear y otros insumos para la planificación.

En la última década también se abrieron plantas de producción, distribución y venta en El Salvador (DILICO), y en Honduras (COLOSA).

Industrias Licoreras de Guatemala siempre ha creído en el desarrollo y bienestar social del país. Por ello se crearon dos empresas no lucrativas (Fundación por la vida y foresa) cuyas principales actividades son enfocadas a contribuir el desarrollo infantil y fomentar la conciencia ecológica a través de la reforestación en el país. Estas empresas han participado en la construcción y



apoyo económico de centros hospitalarios (Hospital Roosevelt), escuelas, centros deportivos y eventos sociales entre otros.

El 28 de mayo del 2003 DARSA recibió la última auditoria de certificación de CONTEC, miembro activo de IQ-Net, quien agrupa las empresas de certificación de mayor prestigio mundial, así como la certificación ISO 9001:2000.

Industrias Licoreras de Guatemala ha creado más de 1 000 empleos directos que se desempeñan dentro de la Corporación y es generadora de más de 250,000 empleos en forma directa e indirecta en varios sectores como: industrias de bebidas, ingenios azucareros, industria de gases industriales, industria de transporte carga, empresa de energía eléctrica, pintores, contratistas de montaje industrial, distribuidores de productos químicos, etc., generando un gran movimiento en la economía nacional y el ingreso de divisas por ventas en el extranjero.

Industrias Licoreras de Guatemala exporta sus productos a: Estados Unidos de Norte América, México, Centro América, Panamá, Chile, España, Alemania, Italia y Japón entre los más importantes.

Sus productos han obtenido varios premios participando en prestigiosos concursos a nivel mundial como:

- Caribbean Week's Rum Fest., Ganadores: Ron Zacapa Centenario X.O., Ron Botrán Etiqueta Blanca, Ron Colonial Reserva Especial, Ron Botrán Oro.

- Monde Selection, Ganadores: Ron Botrán Solera, Cardamond, Ron Botrán Añejo.
- Beverage Testing Institute, Ganadores: Ron Zacapa Centenario, Ron Botrán Solera, Ron Botrán Añejo, Ron Botrán Oro.

Ron Zacapa Centenario ha obtenido el primer lugar de la categoría Premium (Gold Award Premium Category) en el Rum test del Caribbean Week's Rum Fest de Barbados, desde 1998, por lo que en el 2002 por el quinto año consecutivo de obtener el premio, se le otorgó el galardón con carácter vitalicio de Mejor Ron del Mundo.

Los principales productos de Industrias Licoreras de Guatemala son:

- Ron Premium: Zacapa Centenario, Ron Botrán Solera.
- Ron Standard: Ron Botrán Añejo, Ron Botrán Oro, Ron Botrán Etiqueta Blanca, Ron Botrán Extra Light, Ron Botrán Extra Light Limón y Ron Colonial.
- Whisky: Old Friend.
- Vodka: Vodka Botrán, Vodka Lemon, Vodka Black.
- Aperitivos: Cafetto, Sambuca, Cardamond.
- Especialidades: Sello de Oro Venado Especial, Venado Light, Venado Citron.

- Aguardientes: Quetzalteca Especial, Venado, Vaquero, Condor, Chaparrita, Tucán, Guaca, Kuto y Predilecto, entre otros.
- Importación: Vinos, Whisky, Zampan, Tequila, y otras bebidas alcohólicas.

Los productos que produce BEPRESA, se presentan durante el desarrollo de éste trabajo.

### **1.1.2. Visión**

Debido a que Scandia es una UEN, de la Licorera Nacional, se presentan dos clases de visión. La primera es la versión corporativa. Y la segunda en una versión más específica para BEPRESA. Es importante mencionar que BEPRESA antes de cumplir con su propia visión, está sujeta a la visión corporativa.

La visión de BEPRESA es la siguiente:

“Ser identificados como una empresa productora y distribuidora de Agua Purificada que se distinga por su calidad y servicio a nivel nacional”.

La visión de Industrias Licoreras es la siguiente:

“Ser la organización líder en la elaboración y comercialización de los más finos rones añejos y otros productos para el mundo que disfruta de la excelencia”

### **1.1.3. Misión**

Debido a que Scandia es una UEN, de la Licorera Nacional, se presentan dos clases de misión. La primera es la versión corporativa. Y la segunda es una versión más específica para BEPRESA. Es importante mencionar que BEPRESA antes de cumplir con su propia misión, está sujeta a la misión corporativa.

La misión de BEPRESA es la siguiente:

“Producir y Distribuir Agua purificada, bajo estándares de calidad y excelencia en atención y servicio; buscando retener y satisfacer las necesidades del cliente; logrando con ello el desarrollo de la empresa, los colaboradores, la comunidad y los accionistas”.

La misión de Industrias Licoreras es la siguiente:

“Satisfacer los gustos más exigentes alrededor del mundo con los rones añejos y otros productos de la más alta calidad y excelencia, innovando constantemente con un equipo comprometido a una rentabilidad y crecimiento sostenido con responsabilidad social”.

### **1.1.4. Organización**

El capital humano se vuelve, con toda evidencia, cada vez más importante y, por lo tanto, los recursos humanos desempeñan un papel esencial en la concepción y la puesta en obra de estrategias de recursos humanos que tengan un impacto sobre los resultados financieros, así como sobre la reputación y la eficacia de la empresa en general.

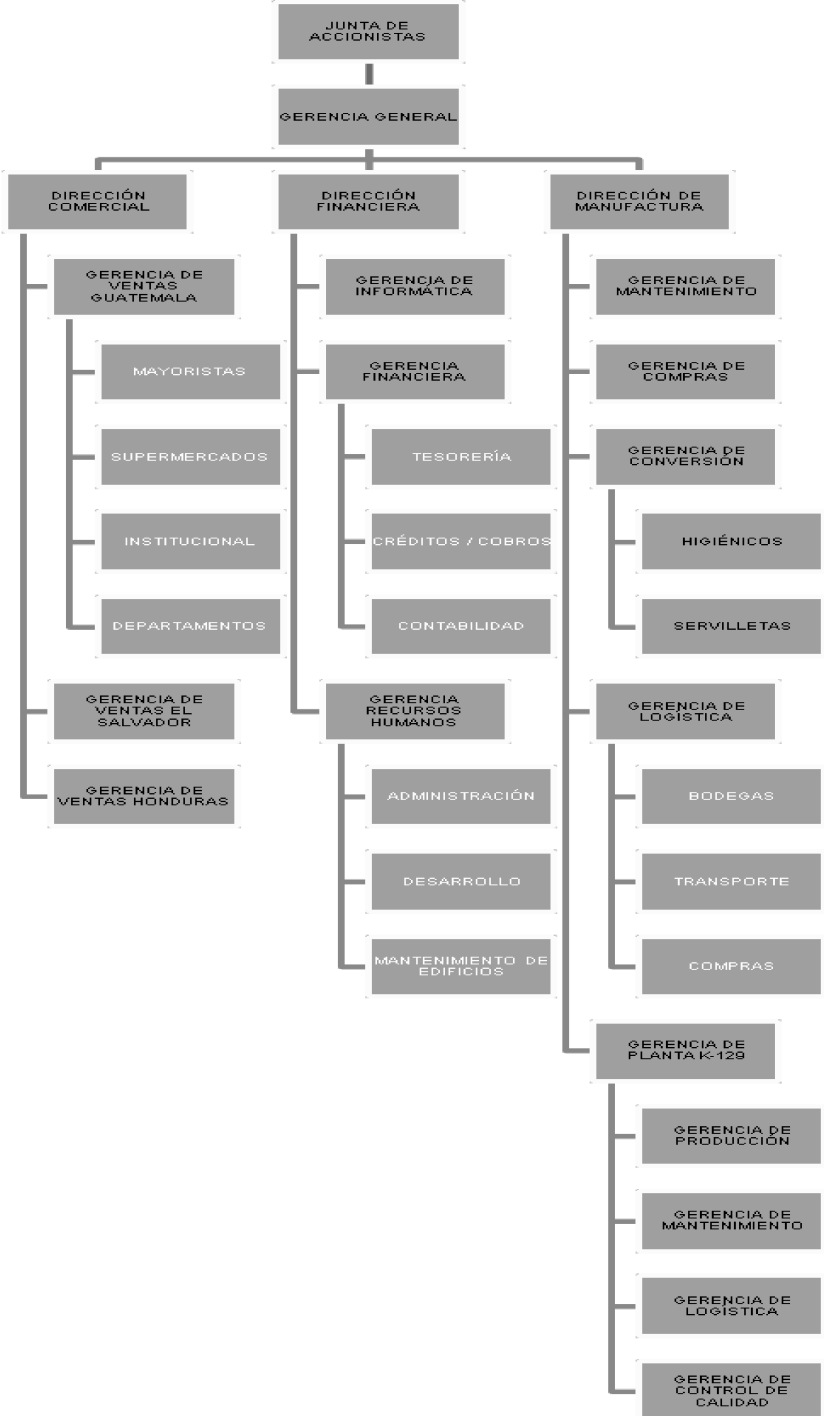
Para el cumplimiento de lo anterior especificado la organización de la industria se encuentra dividida por áreas, las cuales se ocupan de la coordinación de otras ramas o sub-áreas que llevan a cabo al igual que las coordinaciones, actividades que hacen cumplir sus objetivos principales.

Al realizar el análisis junto a recursos humanos, se expone que las direcciones consideradas como claves para alcanzar sus objetivos son las siguientes:

- Dirección comercial
- Dirección financiera
- Dirección de manufactura

La estructura general de Industrias Licoreras de Guatemala podemos observarla en la figura 1 a continuación presentada:

Figura 1. Estructura general de Industrias Licoreras de Guatemala



Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

Cabe mencionar que el organigrama arriba presentado fue proporcionado por la empresa, al cual se le encontraron oportunidades de mejora las que se presentaran más adelante en la sección de propuestas de mejora; haciendo la aclaración que no se incluye en esta sección ya que esta sección lleva como nombre Generalidades de la Empresa, por lo que se muestra la situación actual.

#### **1.1.4.1. Organigrama de la empresa**

El organigrama de BEPRESA está totalmente desligado del de Industrias Licoreras de Guatemala, y se encuentra dividido en varias áreas y subáreas que se conforman de la siguiente manera:

- Gerente general

Área de ventas: formada por:

- Gerente de ventas
- Personal de atención al cliente
- Supervisores de ventas
- Vendedores por ruta y sus ayudantes

Área de producción: formada por:

- Gerente de producción
- Jefe de bodega, encargado de bodega y auxiliares
- Supervisores de producción, operador y auxiliares
- Soldadores
- Encargados de mantenimiento en cada turno
- Supervisores de control de calidad para cada turno

Área de bodegas ventas y liquidación: formada por:

- Jefe liquidación, jefe distribución y bodegas
- Encargados de bodega
- Liquidadores, auxiliares de bodega, montacarguistas

El área de producción está actualmente conformado por 54 personas; el personal total de BEPRESA son 234 personas.

Cada uno vela por áreas específicas de su trabajo, las cuales se muestran a continuación explícitamente por área y puesto de trabajo.



Figura 2. Descripción de puestos



Los más finos con los años... Para el mundo que celebra

**DESCRIPCIÓN DE PUESTOS BEPRESA**

Planta de purificación de agua BEPRESA

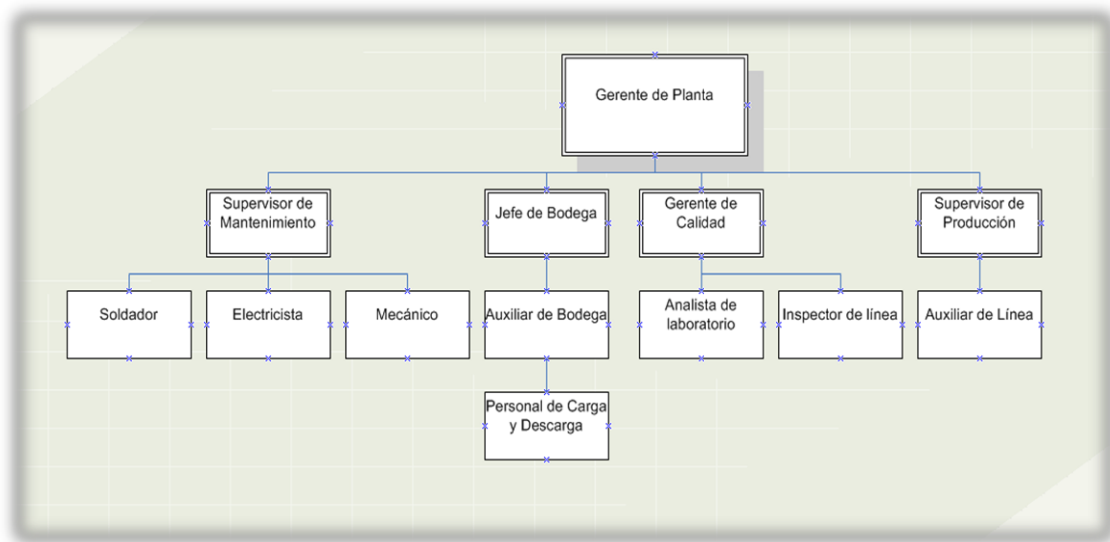
Descripción de actividades por área y puesto

AREA	PUESTO	DESCRIPCIÓN
Gerencia	Gerente General	Inspección, revisión y seguimiento de cumplimiento de metas.
Área de Ventas	Gerente de ventas.	Velar por cartera existente y creación de nuevas carteras de clientes
	Personal de atención al cliente.	Atender al cliente, proveer información nueva y existente en el mercado
	Supervisores de Ventas.	Supervisar las entregas y la satisfacción del cliente, generando estadísticas de resultados
	Vendedores por Ruta y sus ayudantes.	Realizar entregas según rutas programadas semanal o diario
Área de Producción	Gerente de Producción.	Velar por el cumplimiento de las metas de producción, generación de informes estadísticos y velar por el cumplimiento de normas y certificaciones
	Jefe de Bodega	Encargado de Bodega y auxiliares de bodega, velar por la buena distribución del inventario
	Supervisores de Producción, operador y auxiliares.	Supervisar la producción diaria y/o por turno y realizar las tareas diarias relacionadas con el producto
	Soldadores.	Realizar las reparaciones necesarias solicitadas por el área de mantenimiento
	Encargados de Mantenimiento en cada turno.	Velar por el buen funcionamiento de la los paneles eléctricos y las fallas en máquina
	Supervisores de Control de calidad para cada turno.	Realizar el análisis bacteriológico para cada una de la muestras tomadas por turno.
	Área de Bodega, Ventas y Liquidación	Jefe liquidación
Jefe Distribución		Realizar las rutas estratégicas semanales y diarias para el cumplimiento de las entregas
Encargados de Bodega.		Velar por la colocación la materia prima y el producto terminado
Liquidadores, auxiliares de bodega, montacarguistas.		Realizar la carga y descarga de la materia prima y el producto terminado, llevando a cabo reportes diarios del cumplimiento de entrega del producto a distribución

Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

El organigrama de BEPRESA se puede observar en la figura 3 a continuación presentada:

Figura 3. **Organigrama BEPRESA**



Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

Es importante mencionar que el organigrama es un modelo abstracto y sistemático, que permite obtener una idea uniforme acerca de una organización.

Es de suma importancia que se apegue a la realidad de la empresa ya que si no lo hace con toda fidelidad, distorsionaría la visión general y el análisis particular, pudiendo provocar decisiones erróneas a quien lo utiliza como instrumento de precisión. El organigrama tiene doble finalidad:

- Desempeña un papel informativo, al permitir que los integrantes de la organización y las personas vinculadas a ella conozcan, a nivel global, sus características generales.

- Sirve como un instrumento para análisis estructural al poner en relieve, con la eficacia propia de las representaciones gráficas, las particularidades esenciales de la organización representada.

Al realizar el análisis del organigrama proporcionado por la empresa como situación actual de la misma, se evidencia la oportunidad de mejora en lo que respecta a niveles jerárquicos observados en la planta, por lo que en la sección de mejora se mostrara las oportunidades encontradas.

#### **1.1.5. Objetivos de la empresa**

Licorera Nacional plantea objetivos generales que son aplicables a cada UEN que componen su estructura. Sin embargo BEPRESA plantea sus objetivos con la colaboración tanto de los supervisores como la de los 48 operarios de la planta. En algunos casos muy específicos se plantean objetivos en base al compromiso personal de cada integrante de la empresa. Es importante mencionar que todos los objetivos que BEPRESA se plantea están orientados a cumplir la visión y misión de la misma. Entre los principales objetivos se tienen:

- Mejorar la calidad y los procesos de producción de agua purificada.
- Lograr mayor competitividad a través de ofrecer al cliente ventajas que no obtendría con otra marca.
- Para BEPRESA es importante reconocer que ser no. 1 en el mercado nacional no es una tarea que puedan cumplir. Sin embargo se está consciente que se espera ser la no. 2 a nivel nacional.

- A través de actividades específicas BEPRESA contribuye al desarrollo del país con su programa de sensibilidad social.
- BEPRESA se mantiene siempre al día en la tecnología que utiliza para la elaboración de sus productos. Renovando continuamente su equipo de producción.
- Con la implementación de sistemas inteligentes BEPRESA logra mantener en los productos que ofrece la calidad que sus consumidores esperan de ella.
- BEPRESA implementará en toda la república plantas de purificación de agua para ofrecer su producto a nivel nacional.

#### **1.1.6. Productos de la empresa**

Actualmente en BEPRESA se realiza la purificación de agua extraída de un pozo que abastece la cantidad necesaria para satisfacer la demanda de volumen y de productos según características y necesidades del cliente.

Los formatos y presentaciones que se manejan se detallan a continuación en la figura 4.

Figura 4. Productos de BEPRESA



Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

### 1.1.7. Ubicación de la empresa

Industrias Licoreras de Guatemala fue construida desde sus inicios en el kilómetro 16,5 carretera Roosevelt 4-81 zona 1 de Mixco Guatemala, C.A.,

lugar en el cual a la fecha sigue realizando sus labores como planta de producción, purificación y distribución de sus productos.

La figura 5 a continuación presentada nos hace una mejor idea de la ubicación exacta de la industria:

Figura 5. **Mapa de ubicación**



Fuente: [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps). Consultado: 23 de abril de 2010.

## **2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL (PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE ÓSMOSIS INVERSA)**

El agua es uno de los recursos que ofrece la naturaleza y al mismo tiempo es una de las riquezas indispensables para la vida del hombre y para sus actividades productivas.

Un problema que se presenta referente al agua es la escasez que existe y es que año tras año se requiere de más agua debido a la sobrepoblación que presenta este país y a la escasez de lluvias.

Actualmente se considera que uno de los principales desafíos de la década que comienza es garantizar la calidad y la cantidad de agua a millones de personas en condiciones satisfactorias.

Calidad, la planta de agua pura Scandia cuenta con la certificación a la Calidad NSF Internacional la cual es otorgada a las empresas que cumplen con los estrictos lineamientos de la norma genérica ISO 22000.

Sin embargo, el agua no debe medirse solamente en calidad sino también en términos de cantidad, distribución y utilidad.

Cantidad y utilidad, es este el punto en el cual se observa la necesidad de realizar, diseñar y montar el proyecto “Implementación de un sistema de aprovechamiento de las aguas residuales del proceso de Ósmosis Inversa en

Industrias Licoreras de Guatemala, planta de agua pura Scandia”, el cual no solo es un beneficio para el ambiente, sino, que también es un beneficio para la empresa.

Para poder llevar a cabo dichos beneficios es necesario realizar mejoras y diseños tanto en el aspecto de infraestructura, costos, ahorro de energía, reducción de extracción de agua de pozos y aprovisionamiento de aguas para servicios; partiendo del conocimiento del rechazo de ósmosis inversa, el cual asciende a un 20 por ciento del agua que ingresa a dicho proceso y que actualmente es vertido a la planta de tratamiento de aguas residuales sin antes ser utilizada.

Lo antes descrito es la descripción breve de la necesidad y el concepto en si del desarrollo del proyecto a realizar ya que con el desarrollo del mismo se irán justificando y analizando cada una de las necesidades y factibilidad del proyecto.

## **2.1. Situación actual**

Bebidas Preparadas, S.A. (BEPRESA), cuenta con tecnología avanzada de purificación de Agua, que ofrece además de los beneficios convencionales de filtración, cloración y remoción de impurezas que ofrecen otras marcas reconocidas, un proceso de purificación a través de ósmosis inversa y la aplicación de ozono que le confiere propiedades de frescura y extrema pureza. Uno de los principales pilares de la empresa es el siguiente pensamiento: Cuando usted consume nuestros productos, tiene la certeza de calidad, pureza y frescura y el respaldo de un grupo de tradición y abolengo que garantiza la calidad de nuestros productos a nivel nacional e internacional.



Actualmente BEPRESA, maneja como producto principal el garrafón SCANDIA de 5 galones (18,9 litros) para satisfacer el consumo familiar de agua purificada, en todos los hogares guatemaltecos. La meta más importante dentro de éste producto es el ofrecer servicio y atención esmerada, calidad y pureza.

En los últimos años el mercado de agua purificada para consumo humano en Guatemala ha sido modificado drásticamente. Actualmente en Guatemala se consume más agua purificada en botella o garrafón que en cualquier país de Centroamérica, según datos de un estudio mercadológico efectuado por Agua Scandia. En Guatemala existen aproximadamente tres empresas que son líderes en la fabricación de agua purificada, siendo ellas: Agua Salvavidas, Agua Scandia y Agua Xajanal – Monte María.

En un mercado tan competitivo como el actual, es necesario que las empresas sean efectivas y eficientes en sus procesos productivos, razón por la cual BEPRESA (Bebidas Preparadas S.A.), tiene la necesidad de hacer más eficientes sus costos de manera que pueda sobrevivir en el mercado.

Como se ha mencionado BEPRESA purifica el agua llevándola por varios procesos de filtración, uno de ellos es la ósmosis inversa, en la cual se detecta el punto crítico del trabajo de graduación.

En el proceso de filtración de ósmosis inversa se evidencian ciertas debilidades que causan efectos de la mala eficiencia, que en la actualidad deja el proceso.

El desperdicio de agua de alta calidad, es un tema que en macro o en micro consumo, perjudica el medio ambiente, y en la producción de la planta, ya que este es por naturaleza de la producción la materia prima de la misma.

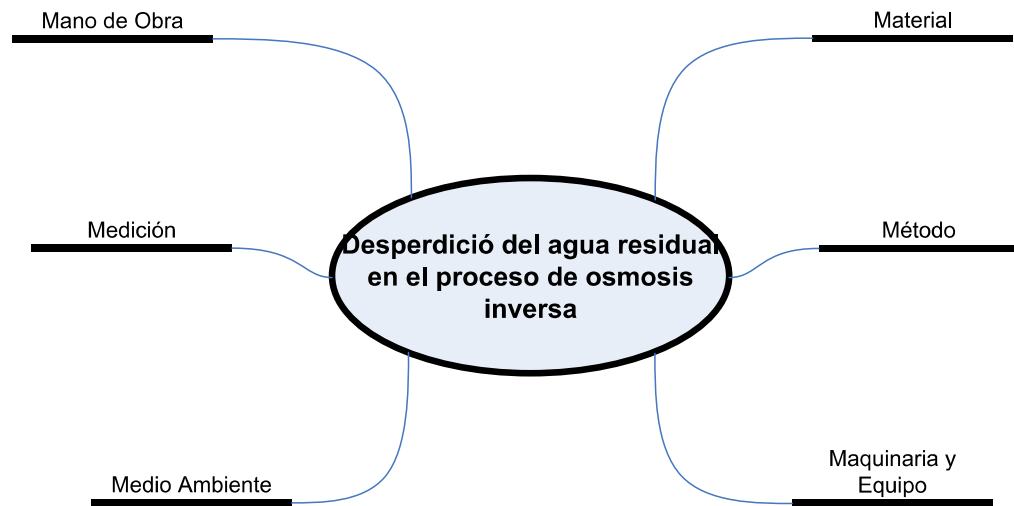
En la actualidad cuentan con dos pozos para la extracción, uno para los servicios y otro para la producción; y es este otro de los puntos críticos no principales pero si importantes, ya que es este el punto en donde se ve reflejado el gasto energético y por consiguiente los costos principales de materia prima.

Es por esto es que se hizo necesario, tomando en cuenta la naturaleza del trabajo de graduación, realizar un diagrama causa y efecto para analizar y determinar cuántos efectos, de raíz, se podían atacar con el desarrollo del trabajo de graduación.

Para la elaboración del diagrama causa y efecto se utilizó la técnica denominada lluvia de ideas, la cual se realizó junto al equipo primario del gerente de producción, el cual consistía en 1 jefe de mantenimiento, 3 supervisores de planta, 1 supervisor de mantenimiento y 1 jefe de bodega; para identificar causas primarias como secundarias.

La lluvia de ideas para la identificación de las causas primarias o conocidas como espinas principales se presenta la figura 6.

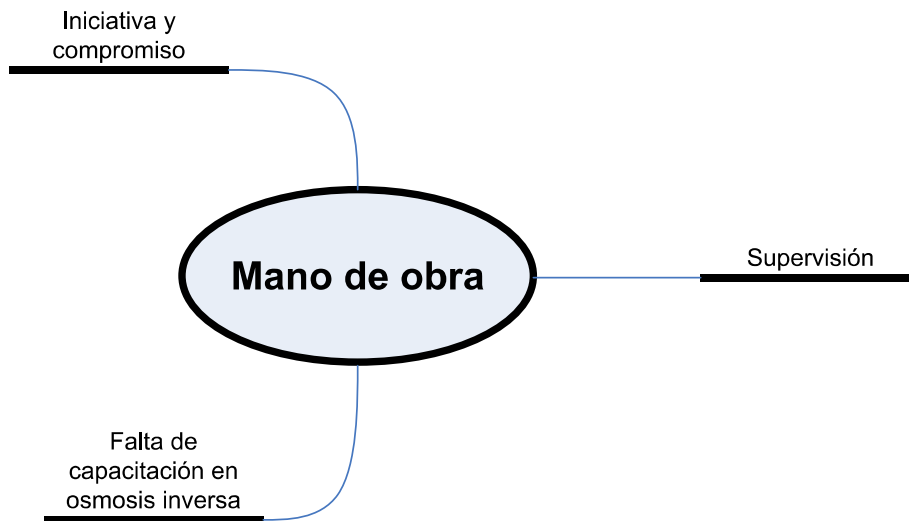
Figura 6. **Lluvia de ideas**



Fuente: elaboración propia.

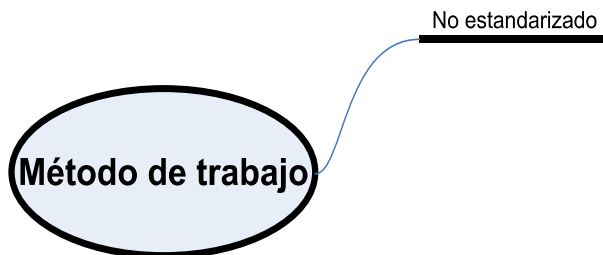
La lluvia de ideas para la identificación de las causas secundarias o conocidas como espinas menores se presentan las figuras 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

Figura 7. **Lluvia de ideas (mano de obra)**



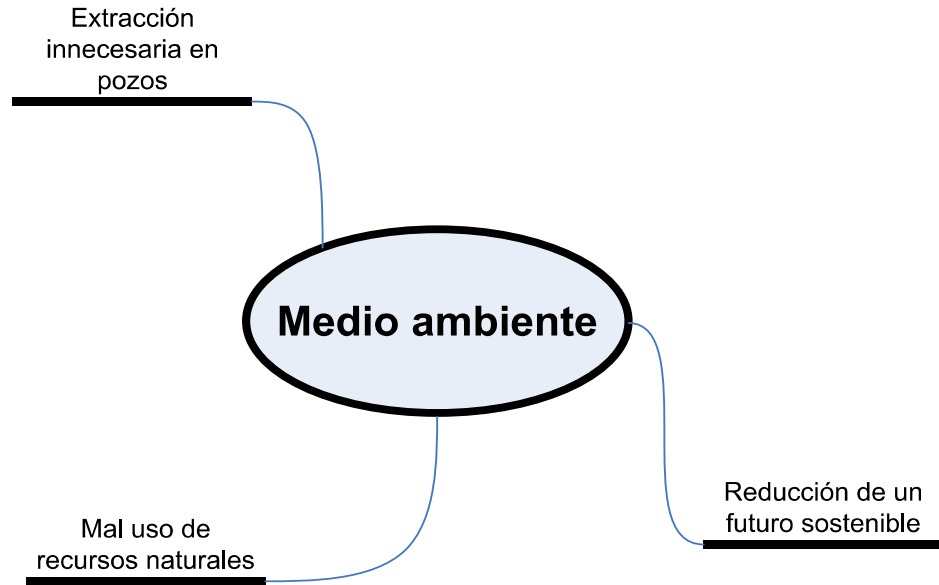
Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Lluvia de ideas (método de trabajo)**



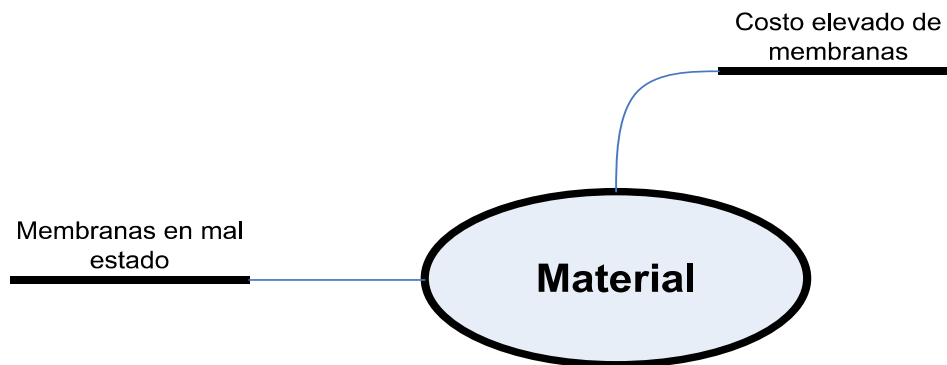
Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Lluvia de ideas (medio ambiente)**



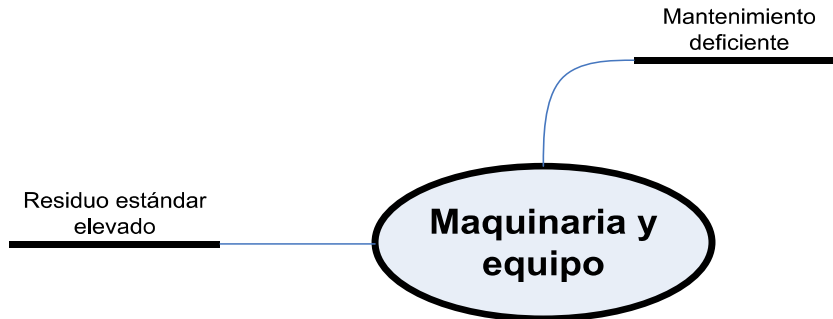
Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Lluvia de ideas (material)**



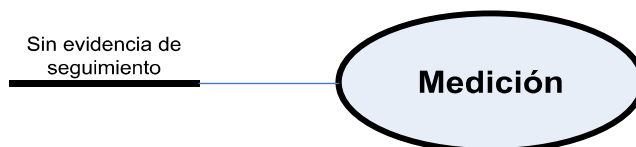
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Lluvia de ideas (maquinaria y equipo)**



Fuente: elaboración propia.

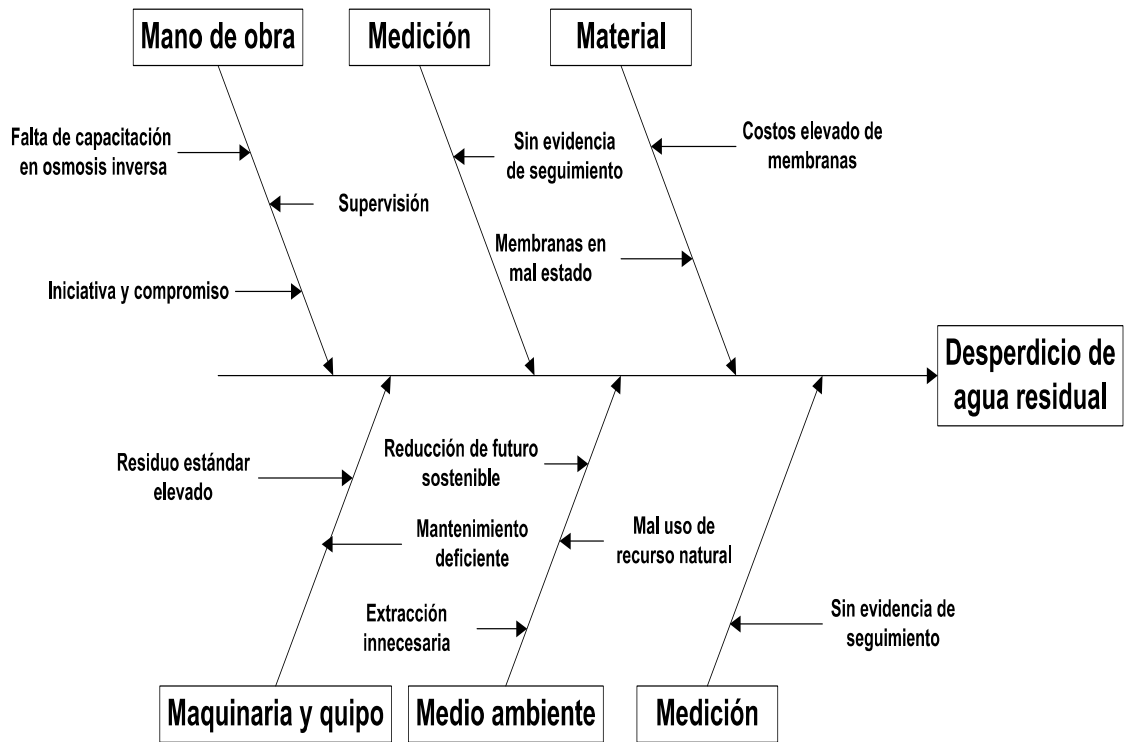
Figura 12. **Lluvia de ideas (medición)**



Fuente: elaboración propia.

El diagrama causa y efecto presentado en la figura 13 es el resultado de las lluvias de ideas que se realizaron para evidenciar el punto crítico principal del trabajo de graduación y las causas que arrastran efectos en los costos, infraestructura, ambiente y empresa mencionados anteriormente.

Figura 13. Diagrama Causa y Efecto



Fuente: elaboración propia.

El problema principal es el desperdicio de agua residual en el proceso de ósmosis inversa, por lo que en el análisis del diagrama causa y efecto se observa que la causa raíz es la falta de un sistema de aprovechamiento de agua residual en el proceso de ósmosis inversa.

Tomando en cuenta los factores recabados se realizará y analizará la manera en la cual se atacarán o mitigarán estos factores para que el proyecto sea tanto factible como útil a la empresa.

### **2.1.1. Proceso de purificación de agua**

El agua que se utiliza proviene de un afluyente subterráneo del Cerro de Mixco, extraída a 300 metros bajo el suelo y utilizada como materia prima en el proceso de purificación, tiene los beneficios de filtrado natural a través de las capas del suelo y libre de la contaminación ambiental.

El agua de pozo es almacenada dentro de un cisterna de 400 000 litros en donde se añade automáticamente hipoclorito de sodio en dosis controladas (normadas por la reglamentación nacional COGUANOR 29,001: 99) como tratamiento básico para la eliminación de bacterias.

El agua de pozo, es almacenada dentro de una cisterna de 400,000 metros cúbicos, el cual permite un tiempo adicional de reposo, que permite la sedimentación de sólidos suspendidos.

Prefiltración: elimina partículas visibles y asegura que el agua de alimentación a la planta no tiene problemas de sedimentos. Este proceso impide el paso de partículas superiores a 120 micras. El agua es enviada hacia un sistema de 4 filtros de anillos, con capacidad de remover partículas mayores a este micraje. En este sistema se controla el diferencial de presión de los filtros y se efectúan los lavados correspondientes.

Filtración 20 y 5 micras: un sistema de filtros en línea reducen el tamaño de la partícula de 120 micras a 20 micras por medio de filtros de arena antracita, contruidos en fibra de vidrio, evitando el desprendimiento de partículas de los mismos como los filtros comunes. Posteriormente el agua es trasegada a un sistema de 7 filtros de cartucho de Polipropileno contenidos en un *housing* de acero inoxidable, en los cuales el agua se distribuye



logrando retener y eliminando del proceso, los sólidos de tamaño mayor a 5 micras.

Ósmosis: la ósmosis inversa es un procedimiento por el cual el agua pasa a través de una serie de membranas, con un diámetro muy pequeño (0,0005 micras), reteniendo los microorganismos (bacterias, virus) dañinos al hombre. Además, retiene minerales y sílice dando a SCANDIA una diferenciación característica de sabor y sensación de frescura, este proceso de purificación ha sido utilizado en la fabricación del producto desde su lanzamiento en 1994.

Filtración por carbón: el agua es trasegada en tubería de acero inoxidable hacia filtros de carbón granular activado, se utiliza principalmente para adsorber y eliminar la concentración de cloro residual. Adsorción de sustancias no polares como aceite mineral, poli-hidrocarburos aromáticos (Cloruro) fenol; adsorción de sustancias halogenadas: I, Br, Cl, H y F y otras características indeseables en el agua purificada como: olor, sabor, color, levaduras y varios productos de fermentación como Sustancias no polares (no solubles en agua). Luego de la filtración con carbón activado el agua pasa por un filtro de 1 micra que garantiza que ningún resto de carbón afecte el agua purificada. De conformidad con la ley nacional (COGUANOR 29005:99).

Luz ultravioleta: consiste en trasegar a través de lámparas de luz ultravioleta a manera que la longitud de onda (254 nano metros) generada por emisores monocromáticos (presión baja) proporcionan la máxima efectividad germicida, inactivando los cinco principales grupos de microorganismos: Virus, bacterias, hongos, algas, y protozoos; Es decir, cuando estos organismos se exponen a la radiación UV, ésta

penetra la pared celular llegando hasta el núcleo donde se encuentra la información genética, destruyendo la cadena de ADN y por lo tanto impide su reproducción.

Ozono: consiste en colocar en contacto directo (1 minuto) agua purificada en una torre de acero inoxidable con gas ozono, este es un agente desinfectante 3 000 veces más rápido y poderoso que el cloro. Es el último paso antes del embotellamiento. El ozono es un gas inestable e incoloro, es un oxidante poderoso un potente germicida con un potencial desinfectante más alto que otros desinfectantes. Tiene poderes preservantes del agua e impide el crecimiento de microorganismos residuales que han sido atacados por Luz ultravioleta. Prolongando la vida de anaquel de agua purificada hasta de 1 año.

#### **2.1.1.1. Diagrama de flujo de proceso**

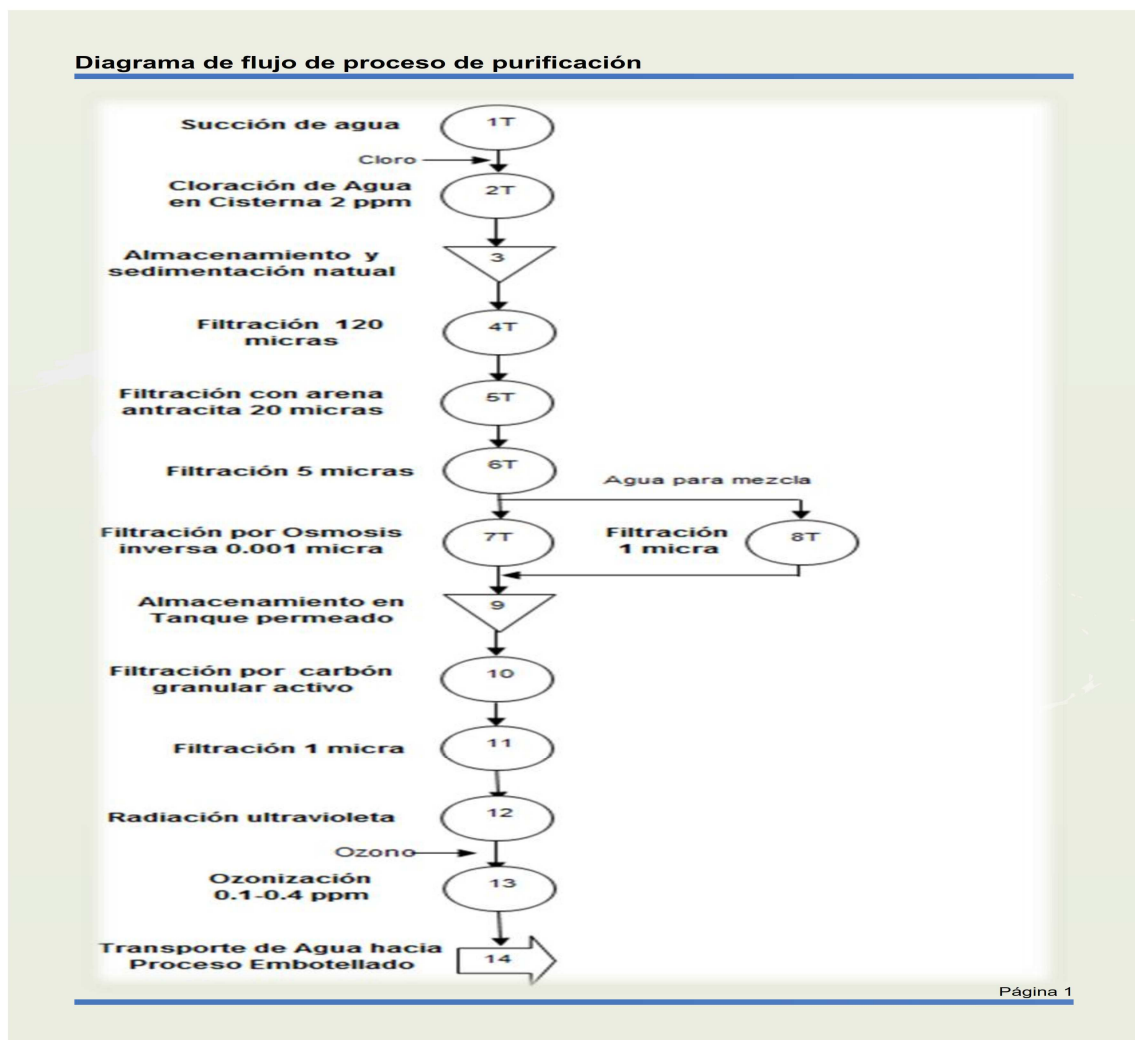
El diagrama de flujo además de ser una representación gráfica es la secuencia o rutina simple que tiene como finalidad facilitar la comunicación entre personas y documentación de procesos, rutinas o secuencia de pasos a seguir en una gestión dentro y fuera de una empresa.

Son de gran importancia ya que ayudan a designar cualquier representación gráfica de un procedimiento o parte de este; el diagrama de flujo como su nombre lo dice representa el flujo de información de un procedimiento, un diagrama de flujo es una representación gráfica de los pasos que seguimos para realizar un proceso; partiendo de una entrada, y después de realizar una serie de acciones, llegamos a una salida.

Por lo que es de suma importancia registrar el DFP del proceso de purificación para tener claro el punto en el cual se trabajará, así también para reconocer el funcionamiento de la planta paso a paso en todo su proceso.

Este proceso da como resultado según la empresa el diagrama que se muestra en la figura 14, el cual fue proporcionado por la empresa que corresponde al diagrama actual que tiene la planta.

Figura 14. Diagrama de flujo de proceso



Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

El diagrama de flujo de proceso antes expuesto muestra los puntos en los cuales se divide el proceso de purificación.

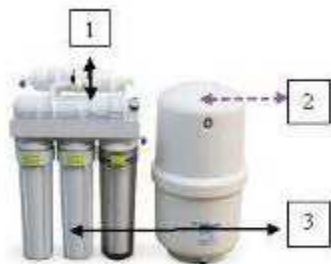
Sin embargo, luego del análisis realizado y basado en el concepto de diagrama de flujo de proceso como tal, se encontraron oportunidades que se evidenciaran en la sección de mejoras.

### **2.1.1.2. Definición del funcionamiento del equipo utilizado en el proceso**

El funcionamiento del equipo utilizado en el proceso se divide en estaciones por las cuales hace su recorrido el agua para la purificación, cabe mencionar que las especificaciones de cada uno de los aparatos se mantienen sin importar el estado del equipo, sin embargo la eficiencia del funcionamiento si difiere.

Filtros: elimina partículas visibles y asegura que el agua de alimentación a la planta no tiene problemas de sedimentos. Este proceso impide el paso de partículas superiores a 120, 20, 5 o 1 micras

Figura 15. **Filtro de agua**



Fuente: elaboración propia, Industrias Licoreras de Guatemala.

Las especificaciones técnicas y las descripciones de los filtros son las siguientes:

Especificaciones técnicas:

- Diámetro de 6''
- Altura cilíndrica de 20''
- Material de poli acrilato
- Presión de trabajo de 25 a 120 psi
- Tamaño de poro variado de 120, 20, 5 y 1 micra

Descripciones de los filtros:

- Generador
- Tanque de almacenamiento y tanque de filtros

El Departamento de Mantenimiento pone de manifiesto en la actualidad el buen funcionamiento del equipo basándose en el tiempo de vida de los filtros.

Ósmosis inversa: es un procedimiento por el cual el agua pasa a través de una serie de membranas, con un diámetro muy pequeño (0,0005 micras), reteniendo los microorganismos (bacterias, virus) dañinos al hombre, además, retiene minerales y sílice.

Figura 16. **Ósmosis inversa**



Fuente: Área de Producción de planta BEPRESA.

Las especificaciones técnicas y las descripciones de la ósmosis inversa son las siguientes:

Especificaciones técnicas:

- Modelo 14 – 3750
- Capacidad de producción 3750 litro/hora
- Potencia de motor 5.5 kilo wat
- Dimensiones largo – 4 000 mili metro Ancho – 900 mili metro Alto – 1 860 mili metro
- Peso 700 kilogramos

Descripciones de la ósmosis:

- Filtros de pre tratamiento
- Bomba de alta presión centrífuga vertical de acero inoxidable

- Cajas de presión
- Membranas
- Sistema de barrido de membranas
- Medidor de presión, caudal, temperatura y conductividad
- Válvula de regulación de presión de alimentación de membranas, de recirculación y rechazo

El estado del equipo se mide según el nivel de rechazo de agua que entra al proceso de filtración, en la actualidad el agua residual asciende a los 17 galón por minuto el cual son 2 galones más de lo esperado, lo que significa que en este punto el residuo ira aumentando considerablemente en función de un tiempo por el mal estado de las membranas.

Filtro de arena: la filtración de la arena se utiliza con frecuencia y es un método muy robusto para separar los sólidos suspendidos del agua. La filtración media consiste en una capa múltiple de la arena con una variedad en tamaño y gravedad específica. Los filtros de arena se pueden proveer en diversos tamaños y ambos pueden ser manejados manualmente o de forma totalmente automática.

**Figura 17. Filtro de arena**

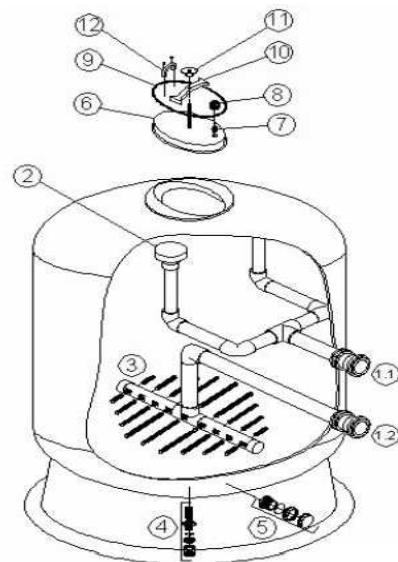


Fuente: Área de Producción de planta BEPRESA.

Las especificaciones técnicas y las descripciones del filtro de arena son las siguientes:

Para las descripciones del filtro de arena se debe de observar el gráfico siguiente y sus numerales:

Figura 18. Descripción de filtro de arena



Nº	DESCRIPCIÓN
1,1	Entrada de agua a filtrar
1,2	Salida de agua filtrada
2	Difusor
3	Colector
4	Desagüe filtro industrial 1"
5	Salida descarga de arena
6	Base tapa ovalada
7	Machón doble rosca 1"
8	Válvula esfera rosca 1"
9	Junta tórica 370,00x14,00 NBR-70
10	Puente filtro bobinado
11	Volante filtro
12	Maneta tapa filtro

Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

Especificaciones técnicas:

El tanque está fabricado con resina de poliéster y fibra de vidrio, totalmente anticorrosivos. En su interior incorpora colector y difusor de material plástico inalterable (PVC y ABS) y sus descripciones técnicas principales son:

- $\Phi$  (mm) 600



- Conexión (pulgadas) 1 ½
- Superficie de filtración (metros cuadrados) 0,30
- Caudal (metros cúbicos/hora) 15
- Presión servicio (bar) 2,5
- Carga arena (0,4-0,8 mili metro) (kilo gramos) 190
- Peso neto (Kilo gramo) 25

Los filtros de arena son tres y funcionan alternamente (dos en función y uno fuera de línea), por lo que el tiempo de vida de los filtros se alarga y es razón por la cual los filtros se mantienen en buen estado en la actualidad.

Filtración por carbón: se utiliza principalmente para absorber y eliminar la concentración de cloro residual. Adsorción de sustancias no polares como aceite mineral, poli-hidrocarburos aromáticos (cloruro) fenol; adsorción de sustancias halogenadas: I, Br, Cl, H y F y otras características indeseables en el agua purificada como: olor, sabor, color, levaduras y varios productos de fermentación como sustancias no polares (no solubles en agua).

Figura 19. **Filtro de carbón**



Fuente: Área de Producción de planta BEPRESA.

Las características fisicoquímicas del carbón activo son las siguientes:

Composición química: el término carbón activo designa un amplio espectro de materiales que se diferencian fundamentalmente en su estructura interna (distribución de poros y superficie específica) y en su granulometría.

La composición química del carbón activo es aproximadamente:

- 75 - 80% en carbono
- 5 -10% en cenizas
- 60% en oxígeno
- 0,5% en hidrógeno

Estructura física del carbón activo: el carbón activo posee una estructura micro cristalina que se asemeja en cierta medida a la del grafito. Esta estructura que presenta el carbón activo da lugar a una distribución de tamaños de poro bien determinada, se puede distinguir entre tres tipos de poros según su radio:

- Macro poros ( $r > 25$  nano metro)
- Meso poros ( $25 > r > 1$  nano metro)
- Micro poros ( $r < 1$  nano metro)

La distribución del tamaño de poro depende fundamentalmente de tres factores:

- El origen de la materia prima
- El tipo de activación
- La duración del proceso de activación

Por lo que el estado del equipo, en la actualidad se mide según las horas de producción al mes, y las condiciones de la materia prima en el momento de la extracción; por lo que el estado del equipo es variable.

Luz ultravioleta: consiste en trasegar a través de lámparas de luz ultravioleta a manera que la longitud de onda (254 nano metro) generada por emisores monocromáticos (presión baja) proporcionan la máxima efectividad germicida, inactivando los cinco principales grupos de microorganismos: virus, bacterias, hongos, algas y protozoos; es decir, cuando estos organismos se exponen a la radiación UV, ésta penetra la pared celular llegando hasta el núcleo donde se encuentra la información genética, destruyendo la cadena de ADN y por lo tanto impide su reproducción.

Figura 20. **Luz ultra violeta**



Fuente: planta BEPRESA.

Las especificaciones técnicas y las descripciones de la luz ultravioleta son las siguientes:

Descripciones de la luz ultravioleta son:

- Tubo cuarzo
- Balastra
- Conexiones 1"
- En acero inoxidable montaje de pared

Especificaciones técnicas de la luz ultravioleta son:

- Modelo SC - 600
- Rango de operación 121 litros por minuto (32 galones por minuto)
- Conexión 1"
- Consumo de energía 73 wats

Gracias al sistema de filtración pretratamiento de luz ultravioleta el tiempo de vida se prolonga ya que los factores que afectan son:

Sólidos suspendidos o partículas ocasionan un problema de blindaje en que un microbio puede pasar a través del esterilizador sin realmente tener la penetración directa. Este blindaje puede ser reducido por la filtración mecánica a por lo menos cinco micras en el tamaño.

Fierro y manganeso en niveles 0,03 partes por millon de fierro y 0,05 partes por millon de manganeso ocasionarán manchado sobre el cartucho de cuarzo o lámpara. Un apropiado pre tratamiento se requiere para eliminar este problema de manchado.

Calcio y magnesio (dureza) permitirá formación de incrustaciones sobre el cartucho de cuarzo o lámpara. Este problema especialmente se magnificará cuando el flujo es bajo (o ninguno) los iones de magnesio y calcio se unen con

carbonatos y sulfatos para formar acumulación progresiva de incrustaciones dentro de la cámara de esterilizador y sobre la lámpara o cartucho.

Otros compuestos absorbentes tales como ácido húmico, así como también los taninos reducirán la cantidad de energía ultravioleta disponible para penetrar el agua y afectar el material genético DNA, de la célula.

En la actualidad como ya se mencionó anteriormente gracias al pre filtrado, el equipo se encuentra en óptimas condiciones ya que la calidad física del influente de agua en este punto ya es de un alto nivel de calidad.

Ozono: consiste en colocar en contacto directo (1 minuto) agua purificada en una torre de acero inoxidable con gas ozono, este es un agente desinfectante 3 000 veces más rápido y poderoso que el cloro. El ozono es un gas inestable e incoloro, es un oxidante poderoso un potente germicida con un potencial desinfectante más alto que otros desinfectantes. Tiene poderes preservantes del agua e impide el crecimiento de microorganismos residuales que han sido atacados por luz ultravioleta. Prolongando la vida de anaquel de agua purificada hasta de 1 año.

Figura 21. **Ozono**



Fuente: Área de Producción de planta BEPRESA.

Especificaciones técnicas del ozonizador son:

- Modelo 6020
- Producción ozono  $O_3$  gramos /hora 20
- Concentración  $O_3$  gramos/metro 3 140
- Peso kilogramos 25
- Consumo watios/hora 80
- Número de lámparas generadoras de ozono  $O_3$  1

El ozono se genera a partir del aire u oxígeno aplicando una descarga de alto voltaje para convertir parte del oxígeno ( $O_2$ ) a ozono ( $O_3$ ). El gas ozonizado se mezcla con el agua para disolverse.

Los generadores consisten en: un tubo dieléctrico por el que se hace pasar oxígeno, éste recibe una descarga eléctrica constante (llamado efecto corona) y que se ha generado en un transformador. Este hecho provoca la transformación de la molécula de oxígeno ( $O_2$ ) proveniente del aire, en una molécula de ozono ( $O_3$ ). Este gas (ozono) es succionado por un sistema venturi y es mezclado con el agua que va a ser tratada.

En la actualidad el estado del equipo es constante y es directamente relacional al buen funcionamiento del generador eléctrico.

### **2.1.2. Costo energético de extracción de pozos**

El costo energético de la extracción de agua de los pozos, es de suma importancia por lo que se toma en cuenta para perfilarnos a los cálculos de cuál será el ahorro al momento de la implementación.

El costo energético se puede dividir en dos áreas las cuales son:

- Pozo de abastecimiento de agua al de servicios
- Pozo de abastecimiento de agua para demanda de purificación

El cuadro de costo energético consolidado del área de abastecimiento para purificación se puede observar en la figura 22 a continuación presentada y es el consolidado del historial archivado en el área de mantenimiento.

Figura 22. Costo energético

Mes	Producción	Miles Lts Producidos Mixco	Kw	kw x Garr (prom)	kw x c/Mil Litros (prom)	Costo x Litro de Agua	Costo Q por KW
Ene-09	240,195	4,833	39,675.20	0.1652	8.209	Q 0.0094	Q 1.1484
Feb-09	226,425	4,581	44,199.20	0.1952	9.648	Q 0.0125	Q 1.2922
Mar-09	279,866	5,679	51,548.00	0.1842	9.077	Q 0.0115	Q 1.2682
Abr-09	285,379	5,848	50,882.40	0.1783	8.701	Q 0.0122	Q 1.3993
May-09	231,968	4,380	49,302.40	0.2125	11.256	Q 0.0185	Q 1.6400
Jun-09	274,094	4,792	49,368.00	0.1801	10.302	Q 0.0168	Q 1.6343
Jul-09	279,307	5,794	61,645.60	0.2207	10.640	Q 0.0178	Q 1.6704
Ago-09	264,242	5,417	43,884.80	0.1661	8.101	Q 0.0146	Q 1.7966
Sep-09	257,212	5,360	50,086.40	0.1947	9.344	Q 0.0170	Q 1.8207
Oct-09	266,153	5,452	50,090.40	0.1882	9.188	Q 0.0171	Q 1.8653
Nov-09	234,750	4,738	41,987.20	0.1789	8.862	Q 0.0158	Q 1.7835
Dic-09	226,500	4,650	44,268.00	0.1954	9.520	Q 0.0178	Q 1.8735
<b>TOTAL</b>	<b>3,066,091</b>	<b>61,524</b>	<b>48,078.13</b>	<b>0.189</b>	<b>9.475</b>	<b>Q 0.0151</b>	<b>Q 1.5994</b>
Ene-10	222,150	4,498	40,036.80	0.1802	8.901	Q 0.0164	Q 1.8414
Feb-10	246,850	5,057	42,304.00	0.1714	8.365	Q 0.0155	Q 1.8498

Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

Al realizar el análisis del consolidado mostrado en la figura 20 se puede deducir, que al multiplicar el total de *kilowatts* consumidos por el cobro en quetzales por *kilowatt*, el costo por la extracción de agua en el pozo de

abastecimiento de agua para la purificación es de  $(1,5994 \text{ Q/kW} * 48.078,13 \text{ kW}) \text{ Q } 76.896,16$  al mes en promedio.

### 2.1.2.1. Extracción de agua del pozo para la purificación

La extracción del pozo para la purificación del agua es de 400 galones por minuto, siendo una demanda diaria de 23 000 galones (información proporcionada por la empresa), con un tanque de almacenamiento de capacidad de 63 492 galones.

A pesar de que la demanda es menor a la capacidad de almacenamiento del tanque, la bomba no es capaz de realizar los números ideales del siguiente análisis, pero, cumple la demanda diaria.

Según croquis de las instalaciones mostrado a continuación en la figura 23 lleva a hacer el posterior análisis:

Figura 23. Croquis de instalaciones



Fuente: elaboración propia.



El análisis para llegar a deducir los arranques que realiza al día se muestran en la tabla I a continuación presentada.

Tabla I. **Cálculo de arranques en frío**

2:45 horas	+	1:45 horas	=	4:30 horas
<b>0 1er. arranque en hora 0</b>				
<b>04:30</b>				
04:30		2do. arranque a las 4:30 a.m.		
<b>04:30</b>				
9		3er. arranque a las 9 a.m.		
<b>04:30</b>				
13:30		4to. arranque a las 13:30 p.m.		
<b>04:30</b>				
18:00		5to. arranque a las 18:00 p.m.		
<b>04:30</b>				
22:30		6to. arranque a las 22:30 p.m.		

Fuente: elaboración propia.

Este análisis muestra que cada 4 horas y 30 minutos la bomba realiza un arranque inicial, lo que indica que en el día realiza 6 arranques de características iguales al arranque en frío de una bomba, lo que lleva un aumento de gasto energético, chequeo de enfriamiento y calentamiento, posibles desgastes del empaque de bomba por la temperatura, etc.

Este es un trabajo que requiere de tiempo, con el cual por la demanda de chequeos internos en la planta o trabajos de mantenimiento no se llevan a cabo en el momento indicado, lo que coloca en una situación de mal control de operaciones los procesos establecidos al área de mantenimiento.

Según tiempo ideal distribuido en una jornada laboral de ocho horas por mecánico se estima que, de estas ocho horas de trabajo poseen una hora y treinta minutos de tiempos de comida lo cual es un tiempo planeado, le corresponden dos arranques por turno los cuales no deben exceder más de los treinta minutos lo que suma una hora, una hora de chequeo inicial de turno, una hora de revisión de maquinaria en el área de producción, a todo esto van quedando tres horas y treinta minutos para la distribución de tareas varias y *check list* de equipos y filtros sin olvidar las bitácoras realizadas por el mecánico.

Lo anterior descrito es un ideal a lo que se podría enfrentar un mecánico en un día laborado, lo que en la realidad no es así.

En este horario ya sea ideal o real, se puede observar que es un tanto ajustado y sin margen de tiempo para una eventualidad en el día. Lo que evidencia la falta de tiempo para llevar a cabo una labor de control y buenas prácticas en las operaciones ideales para el equipo.

- Ubicación

En el plano de ubicación es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos para la comprensión del mismo:

- La línea verde indica el recorrido de la tubería desde el pozo de extracción hasta el edificio C donde se encuentra el tanque de almacenamiento, la distancia en metros haciende a 462 metros.
- La distancia del pozo al tanque de almacenamiento es un tanto retirada, pero retrocediendo y haciendo historia de la planta cabe mencionar que la planta se encontraba en el área marcada con un rombo rojo, lo cual por necesidad de la empresa se realizó el traslado de la planta donde se encuentra en la actualidad.

La extracción del agua para la purificación se lleva a cabo desde la ubicación indicada en la figura 24 a continuación expuesta:

Figura 24. **Ubicación pozo de extracción para purificación**



Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

- Volumen

El volumen extraído del pozo de purificación se tomó de las corridas históricas de la producción diaria, el cual expulso el siguiente resultado:

Los cálculos que se realizaron para las horas netas de trabajo se pueden apreciar en la figura 25 a continuación presentada:

Figura 25. Cálculo de horas de trabajo netas

Total de paros forzoso no planeados		3 horas/día		
Extracción diaria 400 gal/min				
Horas de trabajo 24 horas/día				
Extracción total	400 gal/min	* 24 horas/día	* 60 min	
576000 galones al día				
Total de paros forzoso	6 paros/día		12 horas/día	Paros forzoso planeados
Duración de paros forzoso	2 horas/paro		3 horas diarias	Paros Programados
Total de paros forzoso en tiempo	6 paros/día	* 2 horas/paro	+ 3 horas/día	Paros Forzoso no planeados
			18 horas/día	
			- 24 horas	
			<b>6 HORAS DE TRABAJO NETO</b>	
Paros programados				
Comida	45 min/turno			
Refacción	15 min/turno			
Total de paros programados en tiempo				
45 min/turno + 15 min/turno * 3 turnos				
3 horas diarias				

Fuente: elaboración propia.

Al tener 6 horas de trabajo:

- $6 \text{ horas de trabajo} * (400 \text{ galones/minuto} * 60 \text{ minutos/1 hora})$   
 $= 144 \text{ mil galones de extracción.}$
- El abastecimiento de esta extracción para el área de licores asciende a 95 mil 238 galones/día.
  - Al realizar la resta de  $144 \text{ mil galones/día} - 95 \text{ mil } 238 \text{ galones/día} = 48 \text{ mil } 762 \text{ galones}$  para el proceso de purificación al día.
- El desperdicio de la ósmosis es 17 galones/minuto, al realizar el cálculo por día será:
  - $(17 \text{ galones/minuto} * 60 \text{ minutos/hora}) * 18 \text{ (horas de trabajo sin paro de bomba)} = 18 \text{ mil } 360 \text{ galalones/día.}$
- Agua disponible para la satisfacción de demanda diaria:
  - $144 \text{ mil galones (extracción)} - 95 \text{ mil } 238 \text{ galones (licores)} - 18 \text{ mil } 360 \text{ (residual)} =$   
  
 $30 \text{ mil } 402 \text{ galones para la purificación al día}$
- Costo energético

El consumo de energía eléctrica en la extracción del pozo destinado para la planta de purificación, depende de la demanda que haya en la producción y a su vez la producción depende de la temporada y festividades de la región.

El costo energético de la extracción en el pozo destinado para el abastecimiento en la planta de purificación del agua, se puede observar en la tabla II a continuación presentada.

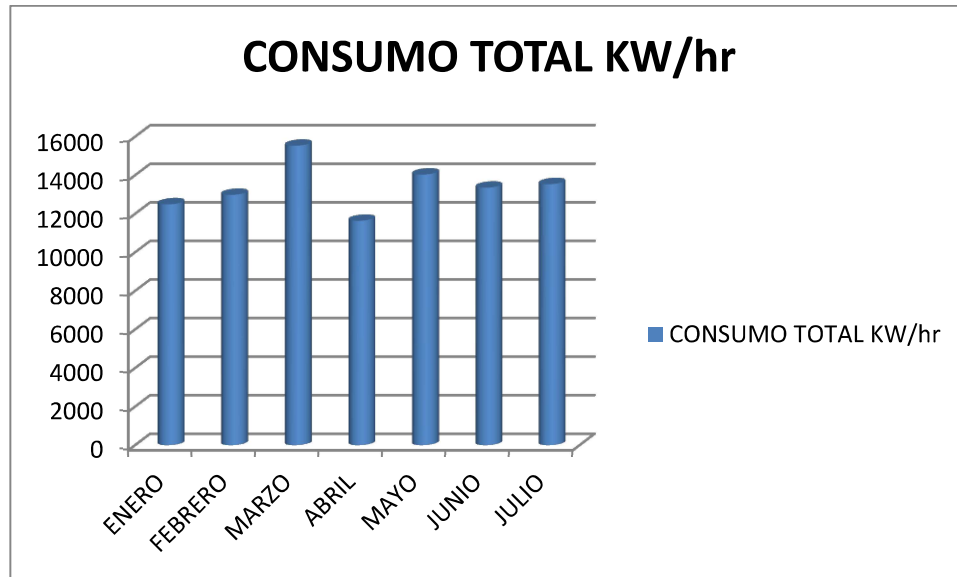
Tabla II. **Costo energético de extracción para purificación**

<b>RESUMEN DE CONSUMO ELÉCTRICO EN POZO 2010</b>		
<b>MES</b>	<b>CONSUMO TOTAL KW/hr</b>	<b>PROMEDIO (KW/hr)</b>
<b>ENERO</b>	12488	499.52
<b>FEBRERO</b>	12980	519.2
<b>MARZO</b>	15527	554.54
<b>ABRIL</b>	11634	465.36
<b>MAYO</b>	14032	539.7
<b>JUNIO</b>	13351	513.5
<b>JULIO</b>	13534	524.3
<b>TOTAL</b>		
<b>PROMEDIO</b>	13363.71	516.58

Fuente: elaboración propia.

En la figura 26 a continuación presentada se aprecia los cambios en los picos de costo energético según temporada y fecha de festividades.

Figura 26. Costo energético en pozo de extracción para purificación



Fuente: elaboración propia.

Al realizar el análisis respectivo por mes se observa que los picos son en acenso hasta el mes de marzo posteriormente baja y vuelve a subir al mismo ritmo.

Lo anterior expone el gerente de producción de la planta que se debe a que en los picos altos ellos adquieren contratos para instituciones ya sean gubernamentales o privadas, de no adquirir estos contratos, asegura que los picos se mantuvieran en promedio a un mismo ritmo.

#### 2.1.2.2. Extracción de agua del pozo para servicios

La extracción de agua del pozo para servicios se lleva a cabo en un solo sentido, el pozo destinado únicamente para servicios por lo que posee bombas

de extracción de menor potencia (40 caballos de poder con presión de 15 libras).

Figura 27. **Bomba en pozo de extracción para servicios**



Fuente: área de producción de planta BEPRESA.

El estado del equipo se mantiene en buenas condiciones en la actualidad, se resguarda con mantenimiento y lubricación periódica, la cual se lleva a cabo en el primer arranque del día.

Descripción técnica:

- Succión 4"
- Descarga 3"
- Motor 40 HP
- Capacidad 680lpm a 1,850lpm
- 45 mca -a- 85 mca



- Trifásico 220/440 volts 60 ciclos 2 polos 3500 r.p.m.
- Ubicación

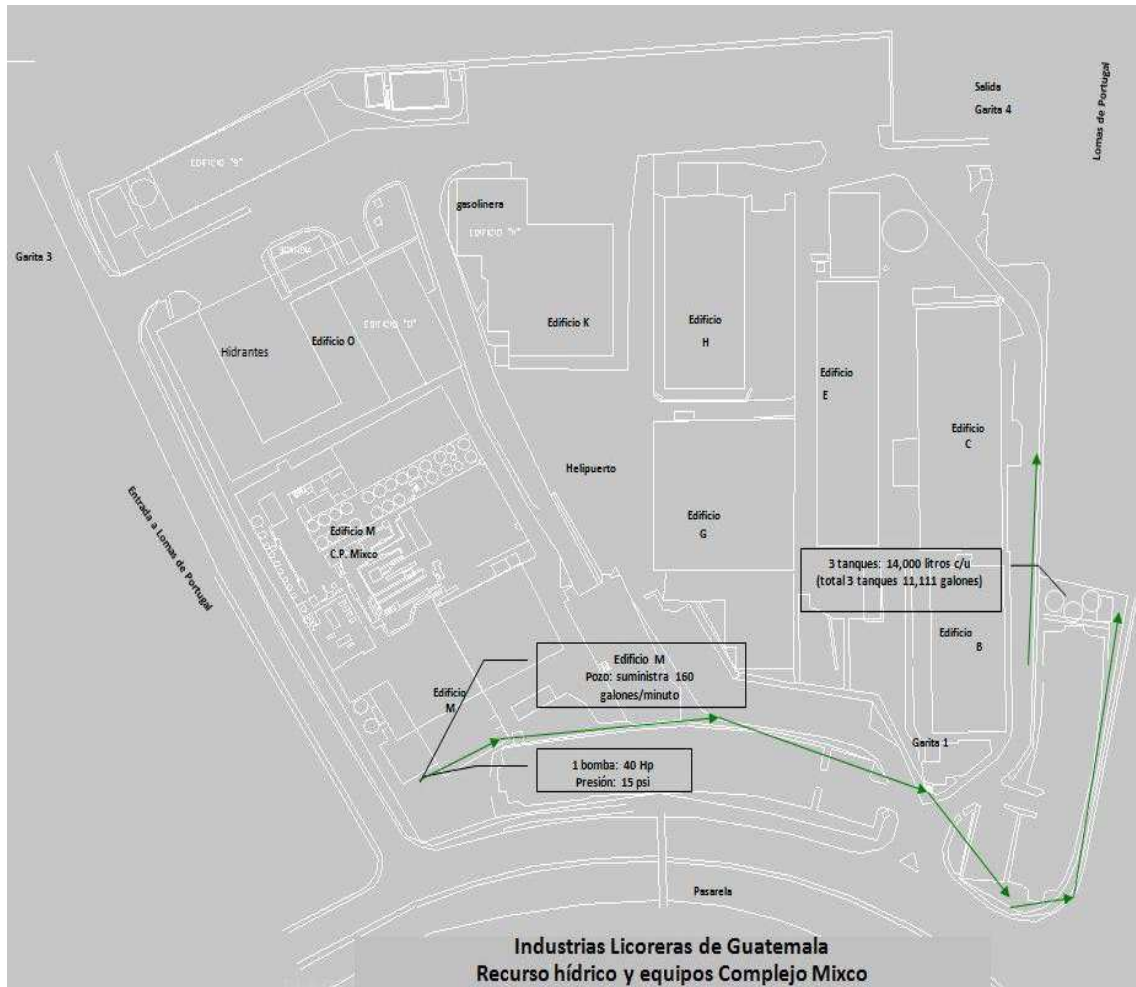
El pozo se encuentra ubicado a 20 grados de la horizontal, tomando como referencia los tanques de almacenamiento del agua de servicios como la horizontal de la ubicación, que están ubicados a 535 metros del pozo en estudio.

La ubicación de este pozo se encuentra en la posición ideal, se encuentra cerca de los aljibes y la posición de los aljibes es idónea para distribución a los servicios.

En lo que respecta a la tubería, realiza un recorrido subterráneo y aéreo pero no a la intemperie, por lo que el estado de las tuberías se ha mantenido en buenas condiciones a la fecha.

La siguiente figura muestra la ubicación exacta del pozo y da la idea del recorrido que realiza la tubería para lograr el trasiego del agua extraída:

Figura 28. **Ubicación de pozo de extracción para servicios**



Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

La línea verde representa el recorrido de la tubería que trasiega el agua hasta los tanques de almacenamiento y distribución.

- Volumen

El volumen extraído del pozo es de 160 galones/minuto el cual fue calculado por medio de un caudalímetro electromagnético y la demanda de agua en el complejo es de 11,111 galones al día el cual es un dato proporcionado por la empresa en base al historial de gasto diario.

- Costo energético

El costo energético del pozo de extracción de agua para los servicios es el siguiente, tomando en cuenta solamente el costo por la extracción más no el de distribución.

Se puede observar en la tabla III a continuación presentada.

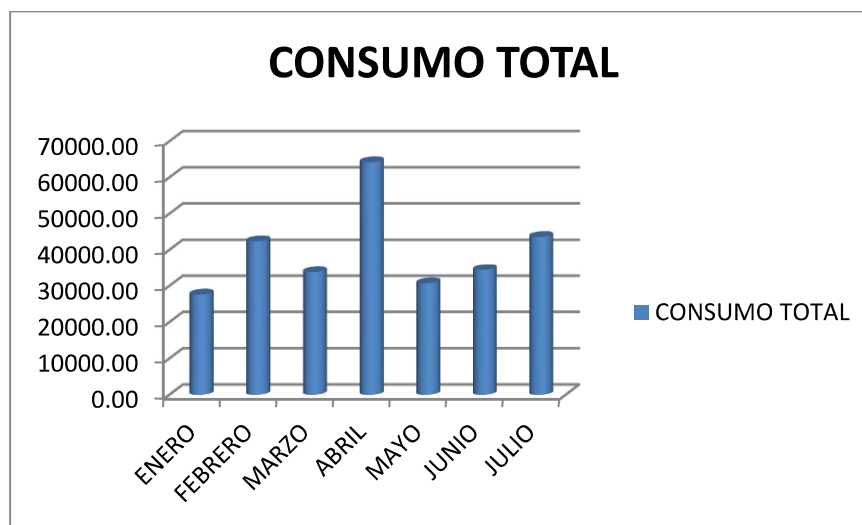
Tabla III. **Costo energético de extracción para servicios**

<b>RESUMEN DE CONSUMO ELECTRICO EN POZO 2010</b>			
<b>MES</b>	<b>LITROS EXTRAÍDOS x MES</b>	<b>Costo de litro extraído</b>	<b>CONSUMO TOTAL (Q)</b>
<b>ENERO</b>	492 957	0,056	27 605,59
<b>FEBRERO</b>	523 024	0,081	42 364,94
<b>MARZO</b>	489 521	0,069	33 776,95
<b>ABRIL</b>	856 200	0,075	64 215,00
<b>MAYO</b>	432 589	0,071	30 713,82
<b>JUNIO</b>	458 792	0,075	34 409,40
<b>JULIO</b>	489 572	0,089	43 571,91
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	534 665	0,074	39 412,45

Fuente: elaboración propia.

En la figura 29 a continuación presentada se aprecia que el costo energético en el pozo de servicios es variante respecto a la temperatura del ambiente.

Figura 29. **Costo energético en pozo de extracción para servicios**



Fuente: elaboración propia.

Al realizar el análisis de los picos registrados en el costo energético para el área de servicios se observa un pico alto que tuvo en el mes de abril y un descenso en el mes de mayo, esto fue a causa de la tormenta Agatha que azoto a Guatemala en mayo junto a la erupción del volcán Pacaya.

### **2.1.3. Métodos de control del proceso de ósmosis inversa**

Los métodos para el control de la ósmosis inversa se trabajan de la misma forma que una corrida normal de producción, solamente que en el control de ósmosis inversa el objetivo principal es verificar la eficiencia de los

equipos de vital importancia que intervienen en el proceso, en este caso las membranas y paneles eléctricos.

Los métodos de control para medir eficiencia se resumen en dos procesos clave, los cuales son:

- *Check List:*
  - Revisión del buen funcionamiento del panel de control
  - Medición de voltaje en el sistema
- *Aforo*
  - Aforo del agua residual del proceso

Los métodos utilizados para medir la eficiencia de la ósmosis inversa son uno complemento del otro, tomando en cuenta que el buen funcionamiento del panel de control de la ósmosis inversa se confirma al momento de aforar el agua residual del proceso, ya que en él se mide el agua que fluye hacia el proceso de purificación y la que registra como residuo.

En los siguientes incisos se analizará cada uno de los factores que intervienen en el control de la eficiencia y comportamiento de la ósmosis inversa.

#### **2.1.4. Historial de horas trabajadas por el proceso de ósmosis inversa**

En las tablas IV, V y tabla VI, presentadas a continuación se muestra el cálculo de las horas al mes y su equivalente en minutos del 2007, 2008, 2009 respectivamente.

Tabla IV. **Horas trabajadas en ósmosis inversa 2007**

MES	TOTAL hr/mes	min/mes
ENERO	474,4	28 464
FEBRERO	456,7	27 402
MARZO	594	35 640
ABRIL	400,9	24 054
MAYO	541	32 460
JUNIO	510,8	30 648
JULIO	477,7	28 662
AGOSTO	531	31 860
SEPTIEMBRE	388,6	23 316
OTUBRE	513,3	30 798
NOVIEMBRE	425,2	25 512
DICIEMBRE	366,9	22 014
<b>TOTAL</b>	<b>5 680,5</b>	<b>340 830</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Horas trabajadas en ósmosis inversa 2008**

MES	TOTAL hr/mes	min/mes
ENERO	434,5	26 070
FEBRERO	433	25 980
MARZO	407,8	24 468
ABRIL	474,7	28 482
MAYO	458,4	27 504
JUNIO	403,6	24 216
JULIO	426,2	25 572
AGOSTO	429,9	25 794
SEPTIEMBRE	425,9	25 554
OTUBRE	400,5	24 030
NOVIEMBRE	371,9	22 314
DICIEMBRE	370,2	22 212
<b>TOTAL</b>	<b>5 036,6</b>	<b>302 196</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Horas trabajadas en ósmosis inversa 2009**

MES	TOTAL hr/mes	min/mes
ENERO	438	26 280
FEBRERO	452	27 120
MARZO	450	27 000
ABRIL	468	28 080
MAYO	437	26 220
JUNIO	495	29 700
JULIO	501	30 060
AGOSTO	406	24 360
SEPTIEMBRE	489	29 340
OTUBRE	400	24 000
NOVIEMBRE	356	21 360
DICIEMBRE	425	25 500
<b>TOTAL</b>	<b>5 317</b>	<b>319 020</b>

Fuente: elaboración propia.

La información que se presenta en las tablas anteriores es una recopilación de datos que se recauda en la revisión de las corridas de producción por turno del departamento de mantenimiento.

Como se puede observar maneja un promedio de 450 horas al mes lo que equivale a 27 000 minutos al mes.

#### **2.1.4.1. Cálculo de desperdicio de agua**

El cálculo del desperdicio de agua se derivó de las horas trabajadas al mes, este historial muestra el desperdicio con las membranas en perfecto estado lo cual no es un ideal de desperdicio, sino un estándar del agua residual del proceso.

En las tablas VII, VIII y tabla IX, presentadas a continuación se muestra el cálculo de agua residual al mes en galones de los años 2007, 2008, 2009 respectivamente.

Tabla VII. **Horas trabajadas en ósmosis inversa 2007**

MES	TOTAL hr/mes	min/mes	gal/min	Gal/mes
ENERO	474,4	28 464	15	426 960
FEBRERO	456,7	27 402	15	411 030
MARZO	594	35 640	15	534 600
ABRIL	400,9	24 054	15	360 810
MAYO	541	32 460	15	486 900
JUNIO	510,8	30 648	15	459 720
JULIO	477,7	28 662	15	429 930
AGOSTO	531	31 860	15	477 900
SEPTIEMBRE	388,6	23 316	15	349 740
OTUBRE	513,3	30 798	15	461 970
NOVIEMBRE	425,2	25 512	15	382 680
DICIEMBRE	366,9	22 014	15	330 210
<b>TOTAL</b>	<b>5 680,5</b>	<b>340 830</b>		<b>5 112 450</b>

Fuente: elaboración propia.



Tabla VIII. **Horas trabajadas en ósmosis inversa 2008**

MES	TOTAL hr/mes	min/mes	gal/min	Gal/mes
ENERO	434,5	26 070	15	391 050
FEBRERO	433	25 980	15	389 700
MARZO	407,8	24 468	15	367 020
ABRIL	474,7	28 482	15	427 230
MAYO	458,4	27 504	15	412 560
JUNIO	403,6	24 216	15	363 240
JULIO	426,2	25 572	15	383 580
AGOSTO	429,9	25 794	15	386 910
SEPTIEMBRE	425,9	25 554	15	383 310
OTUBRE	400,5	24 030	15	360 450
NOVIEMBRE	371,9	22 314	15	334 710
DICIEMBRE	370,2	22 212	15	333 180
<b>TOTAL</b>	<b>5 036,6</b>	<b>302 196</b>		<b>4 532 940</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Horas trabajadas en ósmosis inversa 2009**

MES	TOTAL hr/mes	min/mes	gal/min	Gal/mes
ENERO	438	26 280	15	394 200
FEBRERO	452	27 120	15	406 800
MARZO	450	27 000	15	405 000
ABRIL	468	28 080	15	421 200
MAYO	437	26 220	15	393 300
JUNIO	495	29 700	15	445 500
JULIO	501	30 060	15	450 900
AGOSTO	406	24 360	15	365 400
SEPTIEMBRE	489	29 340	15	440 100
OTUBRE	400	24 000	15	360 000
NOVIEMBRE	356	21 360	15	320 400
DICIEMBRE	425	25 500	15	382 500
<b>TOTAL</b>	<b>5 317</b>	<b>319 020</b>		<b>4 785 300</b>

Fuente: elaboración propia.

En las tablas con un residuo de 15 galones/minuto, que es lo leído en las corridas y en el medidor del flujo de agua en la ósmosis inversa, se pueden hacer los cálculos del total de agua residual del proceso.

El total del agua residual de la ósmosis inversa en promedio es de 405 mil galones al mes.

### **2.1.5. Calidad de agua en el complejo**

El análisis del agua utilizada en los servicios del complejo y la comparación del agua residual, es el punto más importante para la elaboración del proyecto, el punto es saber si el agua es apta y legalmente utilizable para los fines que busca alcanzar la implementación del proyecto.

En este punto es importante mencionar que existen leyes bien estipuladas que indica cuales son los límites y parámetros a seguir cuando se trata con agua tanto para la distribución, la purificación y la potabilización para los servicios y uso humano, una de estas normas es la Norma NGO 29001 de COGUANOR y la calidad del agua para uso industrial según la Norma CATIE.

#### **2.1.5.1. Análisis de agua residual**

El análisis es realizado por el laboratorista del complejo, ya que es el especialista calificado de control de calidad que debe de tomar en cuenta en el análisis del agua, las características sensoriales (detectadas por los sentidos) que pueden influir en la aceptación o el rechazo del agua por el consumidor; son medidas por los siguientes límites LMA (Límite Máximo Aceptable) se refieren a valores de características no detectadas por el consumidor, o si las detecta son consideradas despreciables; LMP (Límite Máximo Permisible) se

refieren a valores máximos de características arriba de las cuales el agua es considerada como no potable (COGUANOR NGO 29001).

Los valores que se deben analizar para estar dentro de los límites que determina la Norma COGUANOR NGO 29001 son los presentados en la figura 30.

Figura 30. **Características, LMA y LMP**

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u (1)
Olor	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT (2)
(1) Unidades de color en la escala de platino-cobalto		
(2) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Estas siglas deben considerarse en la expresión de los resultados.		

Características	Límite máximo aceptable	Límite máximo permisible
Cloro residual libre (1) (2)	0.5 mg/L	1.0 mg/L
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Conductividad	---	< de 1 500 µS/cm
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	100.000 mg/L	500.000 mg/L
Potencial de hidrógeno (3)	7.0-7.5	6.5-8.5
Sólidos totales disueltos	500.0 mg/L	1 000.0 mg/L
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Temperatura	15.0°C-25.0°C	34.0°C
Aluminio (Al)	0.050 mg/L	0.100 mg/L
Calcio (Ca)	75.000 mg/L	150.000 mg/L
Cinc (Zn)	3.000 mg/L	70.000 mg/L
Cobre (Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Magnesio (Mg)	50.000 mg/L	100.000 mg/L

Fuente: especificaciones COGUANOR NGO 29001:99 (inciso 4).

Los resultados del análisis de agua residual se muestran en la tabla X a continuación presentada.

Tabla X. **Análisis de agua residual**

**Agua de rechazo de la ósmosis inversa**

<b>Análisis</b>	<b>RESULTADOS</b>	
<b>Cloro residual</b>	<b>0,73</b>	mg/l
<b>Ozono residual</b>	-----	mg/l
<b>Ph</b>	<b>7,7</b>	
<b>Conductividad</b>	<b>367</b>	mS/cm
<b>Sólidos totales disueltos</b>	<b>183,5</b>	mg/l
<b>Alcalinidad</b>	<b>3,5</b>	mmol/l
<b>Sulfitos</b>	<b>0</b>	mg/l
<b>Fosfatos</b>	<b>0,3</b>	mg/l
<b>Hierro</b>	<b>0,007</b>	mg/l
<b>Dureza</b>	<b>131</b>	mg/l
<b>Turbidez</b>	<b>0,19</b>	UNT
<b>Silicatos</b>	<b>224,0</b>	mg/l
<b>Nitratos</b>	<b>12,1</b>	mg/l
<b>Color aparente</b>	<b>0</b>	Unid.
<b>Manganeso</b>	<b>3</b>	mg/l
<b>Cloruro</b>	<b>7</b>	mg/l
<b>Apariencia</b>	Normal	
<b>Olor</b>	cloro	
<b>Sabor</b>	cloro	

Fuente: elaboración propia.

Al realizar la comparación del análisis del agua residual y las especificaciones requeridas por la Norma COGUANOR NGO 29001 se pudo determinar que el agua se encuentra en buen estado para ser utilizada para servicios sanitarios, parqueos, lavamanos, etc.

Los resultados comparativos se muestran en la tabla XI a continuación presentada:

Tabla XI. **Análisis comparativo**

Análisis	Agua residual	Norma COGUANOR		
		LMA	LMP	
Cloro residual	0,73	5 u	35 u	mg/l
Ozono residual	-----			mg/l
Ph	7,57	7 a 7,5	6,5 a 8,5	
Conductividad	367		< 1 500	mS/cm
Sólidos totales disueltos	183,5	500	1000	mg/l
Alcalinidad	3,5			mmol/l
Sulfitos	0			mg/l
Fosfatos	0,3			mg/l
Hierro	0,007			mg/l
Dureza	131	100	500	mg/l
Turbidez	0,19	5	15	UNT
Silicatos	224			mg/l
Nitratos	12,1			mg/l
Color aparente	0			Unid.
Manganeso	3	50	100	mg/l
Cloruro	7	100	250	mg/l
Apariencia	Normal			
Olor	cloro			
Sabor	cloro			

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.5.2. Análisis del agua de servicios

La muestra tomada para el análisis del agua actualmente utilizada en los servicios del complejo se tomó en uno de los lavamanos del servicio sanitario del complejo, y los resultados del análisis de agua del servicio contra los de la Norma COGUANOR NGO 29001 se muestra en la tabla XII a continuación presentada:

Tabla XII. Análisis comparativo

Análisis	Agua de servicio	Norma COGUANOR		
		LMA	LMP	
Cloro residual	1.62	5 u	35 u	mg/l
Ozono residual	-----			mg/l
Ph	7.3	7 a 7.5	6.5 a 8.5	
Conductividad	237		<1500	mS/cm
Sólidos totales disueltos	118.5	500	1000	mg/l
Alcalinidad	2.3			mmol/l
Sulfitos	0			mg/l
Fosfatos	0.2			mg/l
Hierro	0.007			mg/l
Dureza	80	100	500	mg/l
Turbidez	0.1	5	15	UNT
Silicatos	94.3			mg/l
Nitratos	72			mg/l
Color aparente	0			Unid.
Manganeso	0.003	50	100	mg/l
Cloruro	6	100	250	mg/l
Apariencia	Normal			
Olor	Cloro			
Sabor	Cloro			

Fuente: elaboración propia.

Al realizar el análisis correspondiente se determinó que el agua de servicios con la que en la actualidad trabajan se encuentra también dentro de los reglamentos que estipula la Norma COGUANOR NGO 29001.

### 2.1.5.3. Comparación de agua residual versus agua de servicios

Al hacer la comparación entre agua residual y agua de servicios se obtienen los resultados mostrados en la figura 31, avalados por el laboratorio de la planta.

Figura 31. Análisis comparativo



Fuente: elaboración propia.

Al realizar la comparación, se puede evidenciar que el agua residual del proceso de la ósmosis inversa está siendo mal utilizada al no darle uso antes de ser desechada.

### **2.1.6. Análisis de áreas de trabajo**

Un análisis del área de trabajo es importante al momento que se va a modificar la infraestructura del área, ya que se debe saber con anterioridad no solo que equipo se verá involucrado sino que las condiciones en las que se trabaja en esa área, tanto de higiene como de orden, organización y distribución del equipo.

#### **2.1.6.1. Plano de la planta**

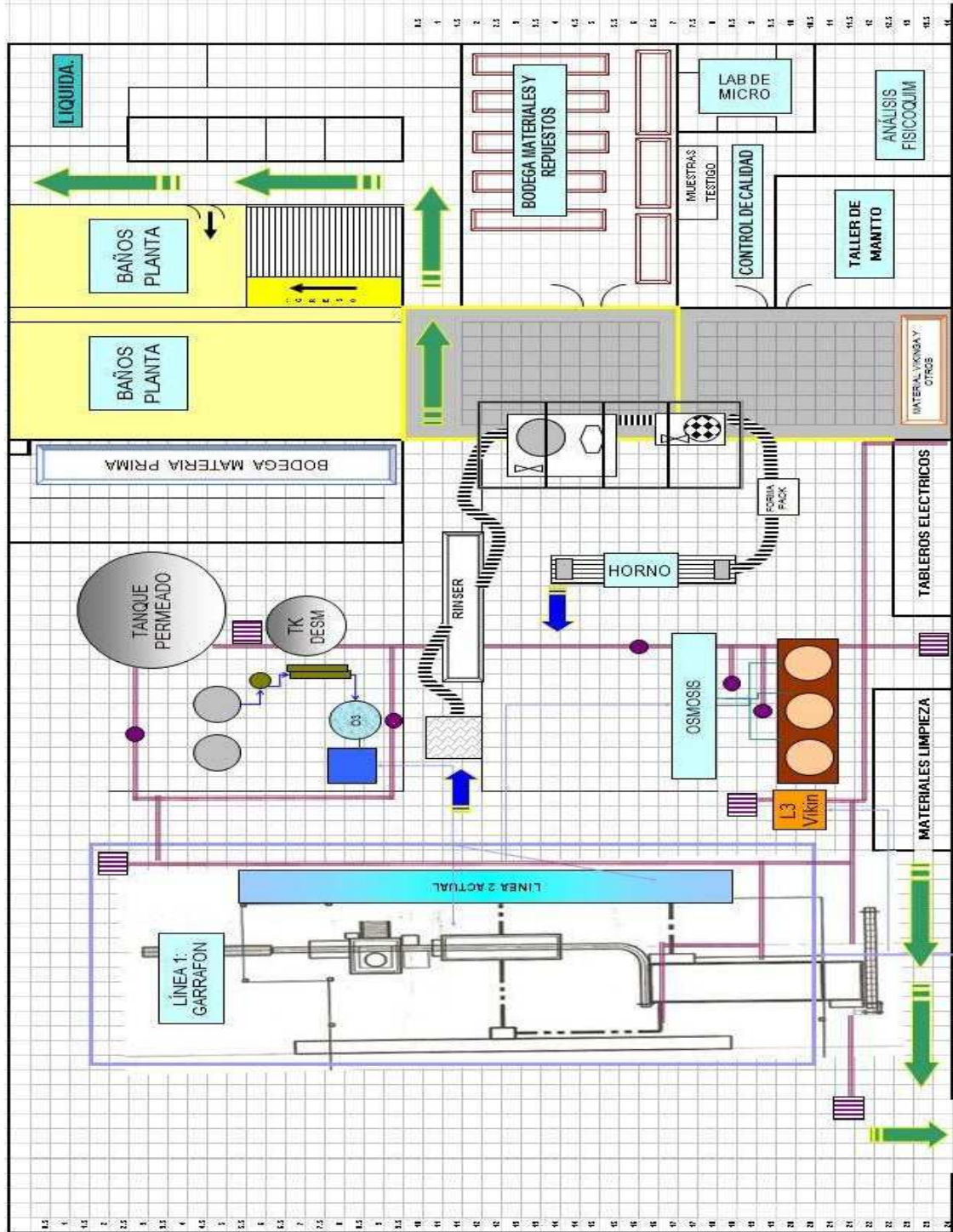
En la actualidad la industria cuenta con un plano de la planta sin una escala y sin medidas establecidas.

El plano de la planta actual es funcional si fuese utilizado con el fin de dar la idea de la ubicación de las áreas, si se deseara realizar un cálculo de capacidad de espacio para una implementación de un equipo o apreciación de espacio disponible en cada una de las áreas el plano actual en ese momento se volvería obsoleto o no utilizable para los fines antes mencionados.

El plano actual de la planta se puede apreciar en la figura 32 a continuación presentado:



Figura.32. Plano actual de la planta



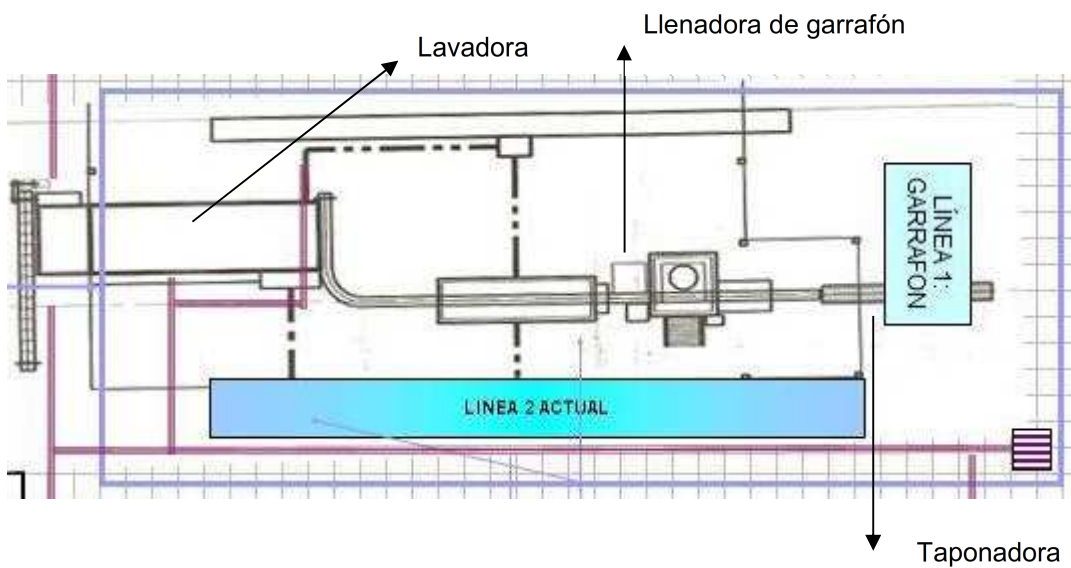
Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

### 2.1.6.2. Distribución de equipo

La distribución del equipo está acorde a las necesidades de la demanda tanto en espacio como en facilidad y rapidez al momento del despacho para bodega de producto terminado.

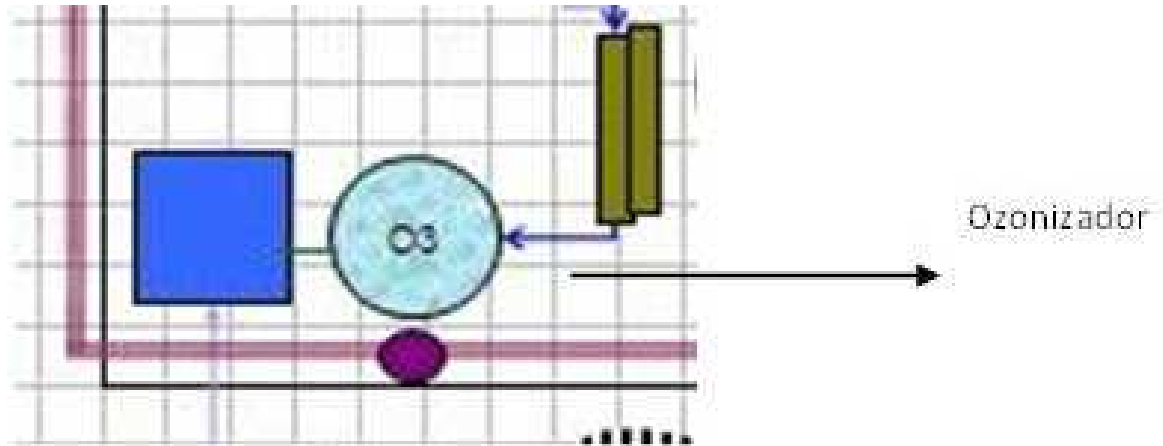
La distribución está constituida por las siguientes partes que se pueden observar en las figuras 33, 34, 35 y figura 36:

Figura 33. Área de llenado de garrafón



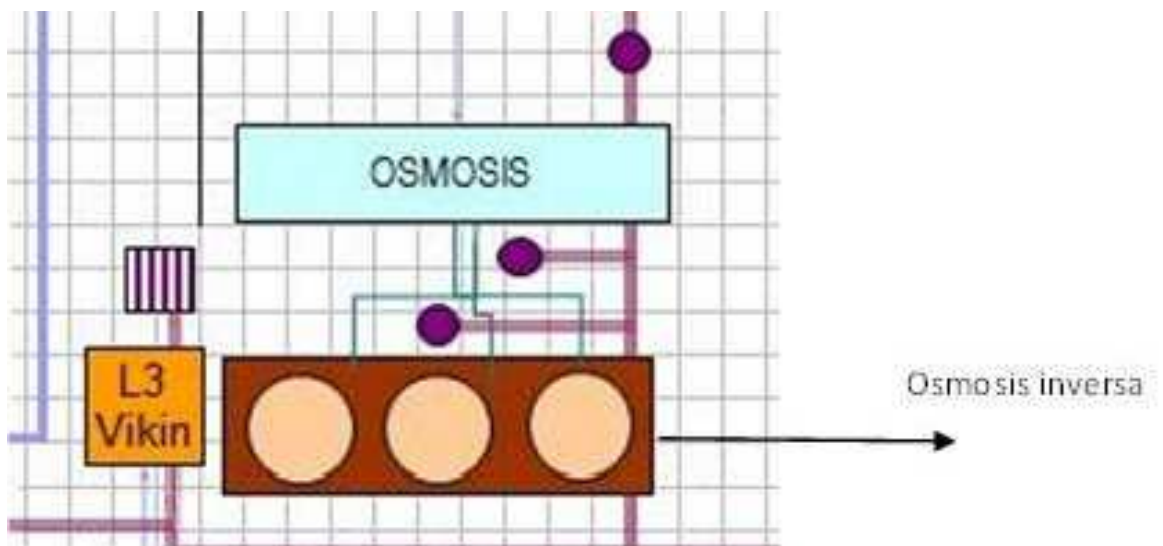
Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

Figura 34. Área de ozonificación



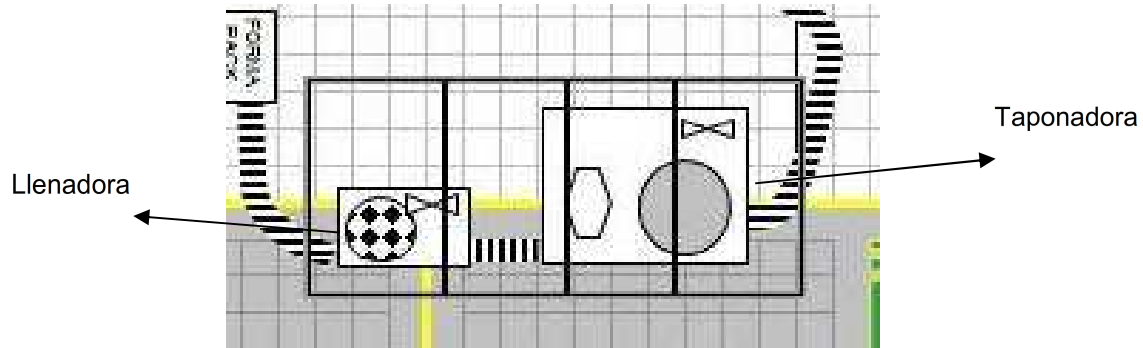
Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

Figura 35. Área de ósmosis inversa



Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

Figura 36. **Área de llenado *sportcap* y *flatcap***



Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

### 2.1.6.3. Higiene

Para el cumplimiento de este tema en la planta como en cualquier otro lugar es necesario participación, reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores o elementos en el ambiente de trabajo, los cuales pueden causar enfermedad, deterioro de la salud, incomodidad e ineficiencia en la producción.

Es de gran importancia pues algunos procesos y operaciones en la planta producen y utilizan compuestos perjudiciales para la salud de los colaboradores.

En la actualidad el complejo cuenta con personal capacitado en las Buenas Prácticas de Manufactura y adjunto a esto la planta se encuentra reconocida con la certificación a la Calidad NSF Internacional la cual es otorgada a las empresas que cumplen con los estrictos lineamientos de la norma genérica ISO 22000, la cual tiene como uno de sus requisitos las buenas prácticas de manufactura.

Algunos de los temas que se abordan en este punto son: limpieza del interior y exterior de la planta, limpieza de las áreas de trabajo, limpieza del personal, limpieza de equipos e implementos, etc.

En la figura 37 presentada a continuación se presenta una de las áreas para dar una idea del estado en el que se encuentra la planta, ya que en general la planta se encuentra con áreas de oportunidad en el tema de higiene.

Figura 37. **Higiene**



Fuente: área de producción de planta BEPRESA.

#### **2.1.6.4. Orden**

El orden es uno de los aspectos importantes, ya que de él depende la organización del área.

El orden elimina despilfarros en las actividades de producción, y es por eso que una de las actividades del colaborador es dar orden a los objetos organizándolos de manera funcional y ergonómica para su seguridad y labores diarias.

En la figura 38 presentada a continuación se presenta una de las áreas para dar una idea del estado en el que se encuentra la planta, ya que para este tema se ve el factor de temporada alta de producción, tiempo en el cual el orden se pierde.

**Figura 38. Orden**



Fuente: área de producción de planta BEPRESA.

### **2.1.6.5. Organización**

La organización del lugar depende mucho del orden que se maneje en el área de trabajo, es por eso que al colaborador se le exige el orden en su área de trabajo como en la planta de producción, ya que del cumplimiento y colaboración de cada uno de los elementos de la planta, dependerá que cada una de las áreas y la planta como tal se mantenga en óptimas condiciones.

Esto último le da una sensación de seguridad tanto al colaborador como al supervisor en el momento en el cual se realice una revisión de las áreas de trabajo de cada uno de ellos, ya que por la clara división de sectores o áreas, existen responsables por sector, más no es un punto en el cual sea preocupante el establecer un control consecutivo para el buen funcionamiento de la planta.

En BEPRESA manejan la cultura individual del colaborador, ya que él es el responsable directo de la organización del área asignada.

**Figura 39. Organización**



Fuente: área de producción de planta BEPRESA.

### 2.1.7. Equipo crítico en proceso de ósmosis inversa

La funcionalidad de una ósmosis inversa es filtrar de una forma selectiva todas las impurezas del agua a fin de entregar un agua sin bacterias o impurezas en el agua. Razón por la cual uno de los equipos críticos en la ósmosis inversa son las membranas tubulares.

Las membranas tubulares utilizadas en la planta se pueden apreciar en la figura 40 a continuación presentada:

Figura 40. **Ósmosis inversa – membranas tubulares**



Fuente: área de producción de planta BEPRESA.

Otro punto crítico de la ósmosis inversa es el regulador de entrada de agua al proceso, el fin de este regulador es que no exista daño a las membranas. Ahora bien por la funcionalidad de las membranas y la vital importancia que estas tienen en el proceso, se considera que son el equipo



crítico en el proceso sin importar sus componentes ya que estos son complemento.

#### **2.1.7.1. Funcionalidad de las membranas en el proceso de ósmosis inversa**

La membrana funciona como una pared de separación selectiva. Ciertas sustancias pueden atravesar la membrana, mientras que otras quedan atrapadas en ella.

En el proceso de ósmosis inversa se utilizan las membranas tipo tubulares las cuales dependen de la selectividad y productividad.

Las membranas tubulares no son membranas autosuficientes. Están situadas dentro de un tubo, hechas de un tipo especial de material. Este material es la capa que sostiene a la membrana. Debido a que las membranas tubulares se localizan dentro de un tubo, el flujo en una membrana tubular es generalmente del revés. La causa principal de esto es que la unión de la membrana a la capa que la sostiene es muy débil.

Las membranas tubulares tienen un diámetro de 5 a 15 milímetros debido al tamaño de la superficie de la membrana, no es probable que las membranas tubulares se obstruyan. Un inconveniente de las membranas tubulares es que la densidad del empaquetamiento es baja, lo que resulta en un mayor precio por módulo.

### **2.1.7.2. Capacidad de membranas en buen estado versus capacidad en mal estado**

Como ya se ha mencionado antes la función principal de las membranas es impedir el paso de las impurezas y bacterias, por lo que se puede decir que las membranas son filtros, y como cualquier filtro u otro equipo sufre de desgaste a las horas de trabajo y el uso consecutivo.

A la anterior aclaración, se hace la observación que la capacidad medible por las corridas de mantenimiento muestran los datos a continuación expuestos.

En números la diferencia es la siguiente:

- Membrana en buen estado = residuo es equivalente a 15 galones por minuto.
- Membrana en mal estado = residuo es equivalente a 17 galones por minuto.

Las funcionalidad de las membranas son dos: selectividad y productividad, ahora bien, al momento del desgaste una baja (selectividad) y la de productividad sube.

La razón de lo antes expuesto es porque la selectividad pierde su eficiencia y el residuo es más pero de mayor calidad, es decir que no filtra el agua y el residuo de agua es aún mejor que al momento de estar funcionando al cien por ciento.

Del lado de la productividad se observa que sube, pero sube en volumen no en calidad lo provoca que los filtros posteriores se esfuercen o bien tengan más desgaste. Haciendo la aclaración que los filtros posteriores no todos

eliminan los químicos del agua si en dado caso llegarán a tener en un alto grado.

### 2.1.7.3. Comparación de agua residual con equipo idóneo versus equipo en mal estado

Para objetivos del análisis se analiza un año de producción de la membrana en buen estado y se compara con el mismo año solo que con la membrana en mal estado.

En las tablas XIII y XIV se puede apreciar el análisis de membranas en buen estado y membranas en mal estado respectivamente.

Tabla XIII. Membranas en buen estado

MES	TOTAL hr/mes	min/mes	gal/min	Gal/mes
ENERO	434,5	26 070	15	391 050
FEBRERO	433	25 980	15	389 700
MARZO	407,8	24 468	15	367 020
ABRIL	474,7	28 482	15	427 230
MAYO	458,4	27 504	15	412 560
JUNIO	403,6	24 216	15	363 240
JULIO	426,2	25 572	15	383 580
AGOSTO	429,9	25 794	15	386 910
SEPTIEMBRE	425,9	25 554	15	383 310
OTUBRE	400,5	24 030	15	360 450
NOVIEMBRE	371,9	22 314	15	334 710
DICIEMBRE	370,2	22 212	15	333 180
<b>TOTAL</b>	<b>5 036,6</b>	<b>302 196</b>		<b>4 532 940</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Membranas en mal estado**

MES	TOTAL hr/mes	min/mes	gal/min	Gal/mes
ENERO	434,5	26 070	17	443 190
FEBRERO	433	25 980	17	441 660
MARZO	407,8	24 468	17	415 956
ABRIL	474,7	28 482	17	484 194
MAYO	458,4	27 504	17	467 568
JUNIO	403,6	24 216	17	411 672
JULIO	426,2	25 572	17	434 724
AGOSTO	429,9	25 794	17	438 498
SEPTIEMBRE	425,9	25 554	17	434 418
OTUBRE	400,5	24 030	17	408 510
NOVIEMBRE	371,9	22 314	17	379 338
DICIEMBRE	370,2	22 212	17	377 604
<b>TOTAL</b>	<b>5 036,6</b>	<b>302 196</b>		<b>5 137 332</b>

Fuente: elaboración propia.

Diferencia en galones/año

- La cantidad de galones por año con una membrana en buen estado es de 4 millones 532 940 galones por mes.
- La cantidad de galones por año con una membrana en mal estado es de 5 millones 137 332 gal por mes.

Por lo que la diferencia entre los dos casos es de 604 mil 392 galones/año.

### 2.1.8. **Tanques de almacenaje de agua de servicio**

Los tanques de almacenaje del agua de servicio son tres y están intercomunicados entre sí para obtener la capacidad necesaria para el abastecimiento.

Lo anterior expuesto podría generar algún tipo de confusión o interrogante, como por ejemplo, ¿Por qué tres intercomunicados, en lugar de uno? La respuesta a esta interrogante es la siguiente: en el área donde se encuentran colocados no existía espacio para instalarlos sobre tierra, razón por la cual se llevó a cabo la instalación bajo tierra, pero por razones de profundidad versus costo de excavación, se modificaron, construyéndolos menos altos pero más anchos; y eso solamente se lograba instalando tres en forma de trébol.

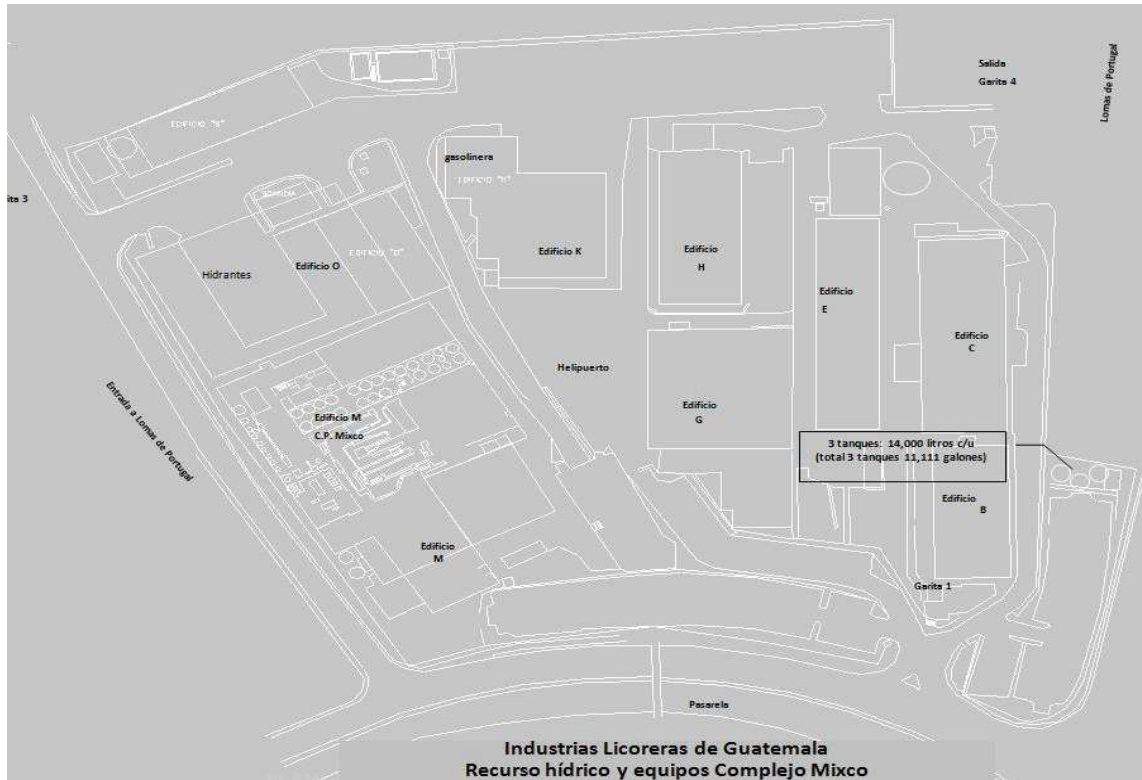
#### **2.1.8.1. Capacidad**

La capacidad de los tanques es de 14 000 litros cada uno, lo que hace un total de tres tanques con capacidad de 11 111 galones.

#### **2.1.8.2. Ubicación**

El croquis a continuación presentado en la figura 41 muestra la ubicación exacta de los aljibes en el complejo.

Figura 41. **Aljibes (tanques de almacenamiento)**



Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

### 2.1.9. **Demanda de agua en la planta**

La demanda de agua en la planta es de suma importancia ya que proporciona el estimado necesario de extracción en cada uno de los pozos de servicio.

El cálculo de demanda de la planta está hecho en base al historial de consumo.

### **2.1.9.1. Demanda de agua para servicios**

La demanda del agua para servicios es de 11 111 galones diarios capacidad de almacenaje que tienen los aljibes, por lo que la bomba trabaja a un sesenta por ciento.

### **2.1.9.2. Demanda de agua para purificación**

La demanda de agua para purificación es de 100 000 litros diarios lo que equivale a 23,000 galones diarios.

### **2.1.10. Plano de distribución de recurso hídrico**

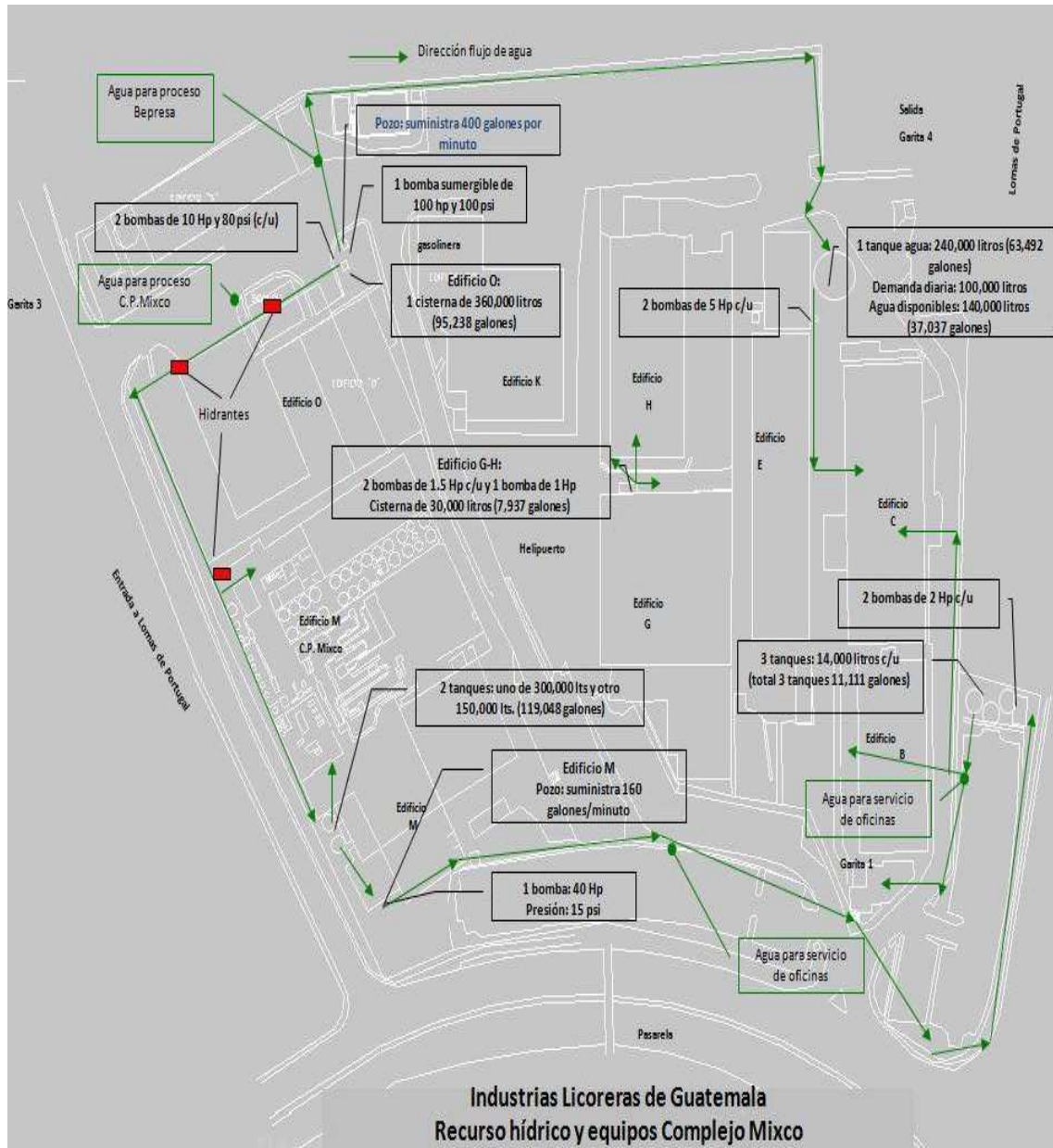
El plano de recurso hídrico es necesario para conocer:

- La cantidad de agua extraída de cada uno de los pozos
- El recorrido de las tuberías
- La ubicación de los pozos de extracción
- Las demandas

Es importante analizar el gráfico o plano del recurso hídrico para poder tomar una mejor perspectiva de la distribución y situación en la que en la actualidad se encuentra el sistema.

En la figura 42 se puede apreciar el plano de la tubería, la distribución y cantidad de volumen de agua utilizado en cada uno de los pozos de extracción, tanto para la demanda de purificación como para los servicios generales del complejo.

Figura 42. Plano de recurso hídrico


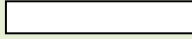


Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala.

En la tabla XV se muestra la descripción de la figura 40 para la comprensión del mismo.



Tabla XV. **Simbología del plano de recurso hídrico**

<b>Figura</b>	<b>Significado</b>	<b>Descripción</b>
	Tubería	Muestra la idea del recorrido de la tubería
	Hidrantes	Muestra los hidrantes existentes
	Descripción	Da la descripción de los puntos importantes en el plano

Fuente: elaboración propia

## **2.2. Propuesta de mejora**

Al unificar la información se pueden observar las oportunidades de mejora en cada una de las áreas, a su vez son complementos una de la otra para el logro de los objetivos del trabajo de graduación.

En los numerales siguientes se podrá observar la creación de archivos y herramientas para el logro y/o propuestas de las oportunidades de mejora.

### **2.2.1. Estructura general de la empresa**

En el organigrama de la estructura general de la empresa, se puede ver que la estructura organizacional utilizada es por departamentalización funcional o llamada también estructura jerárquica.

La oportunidad encontrada en la estructura general de la empresa es más de forma no de fondo.

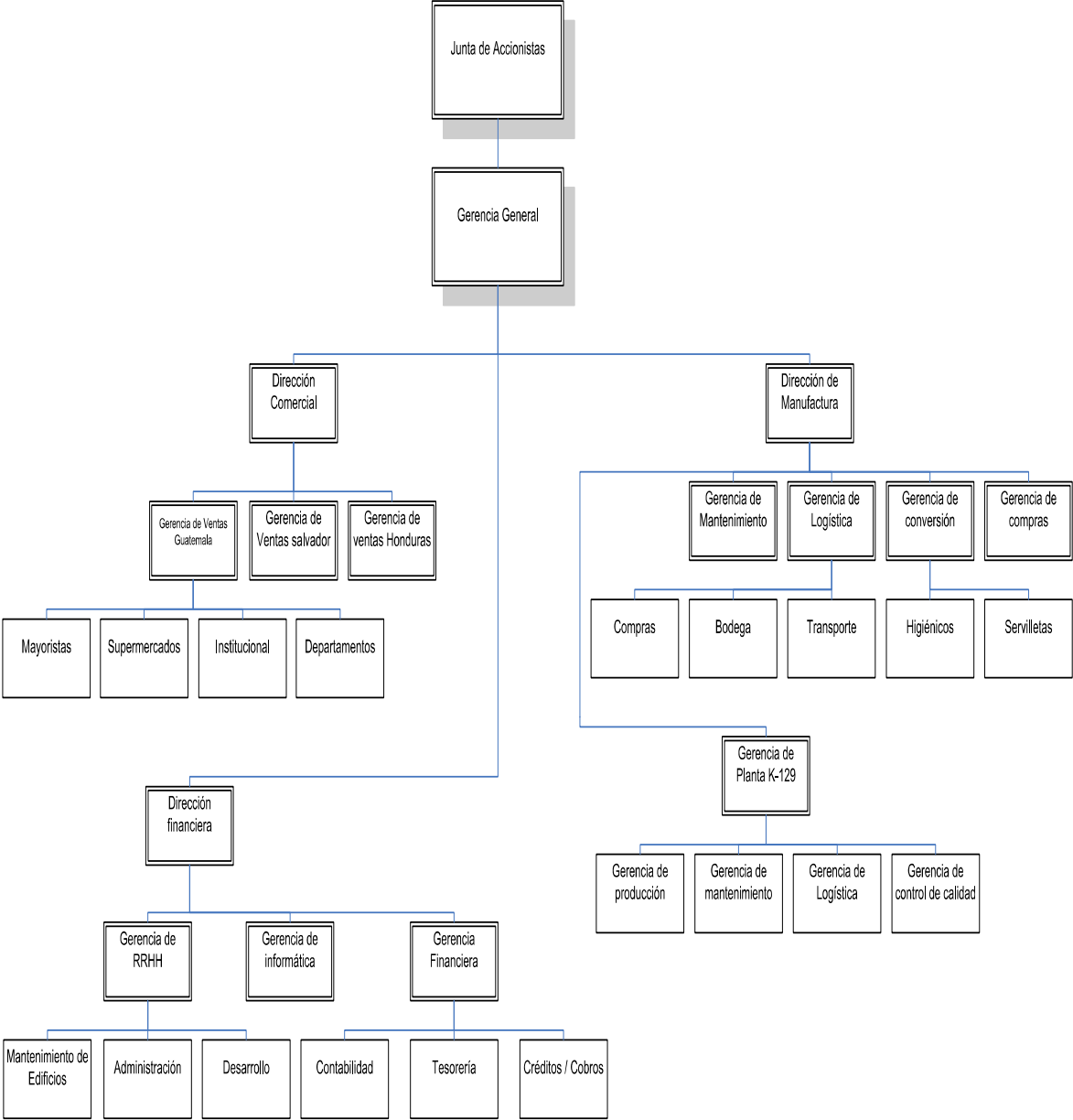
¿Por qué de forma? La empresa no tiene la dedicación de realizar un organigrama comprensible al interesado del mismo.

¿Por qué no de fondo? La empresa divide en dos su complejo: área de licores y área de purificación de agua, razón por la cual generaliza y no detalla al realizar un organigrama de la estructura general.

Tomando en cuenta lo antes expuesto y haciendo hincapié en que se están analizando las generalidades de la empresa y no el fondo de la empresa, se realiza la propuesta de mejora solo en lo que respecta a forma no a fondo.

Al realizar la modificación en forma para hacerlo más comprensible al ojo del interesado nos da el resultado expuesto en la figura 43.

Figura 43. Estructura general Industria Licorera de Guatemala



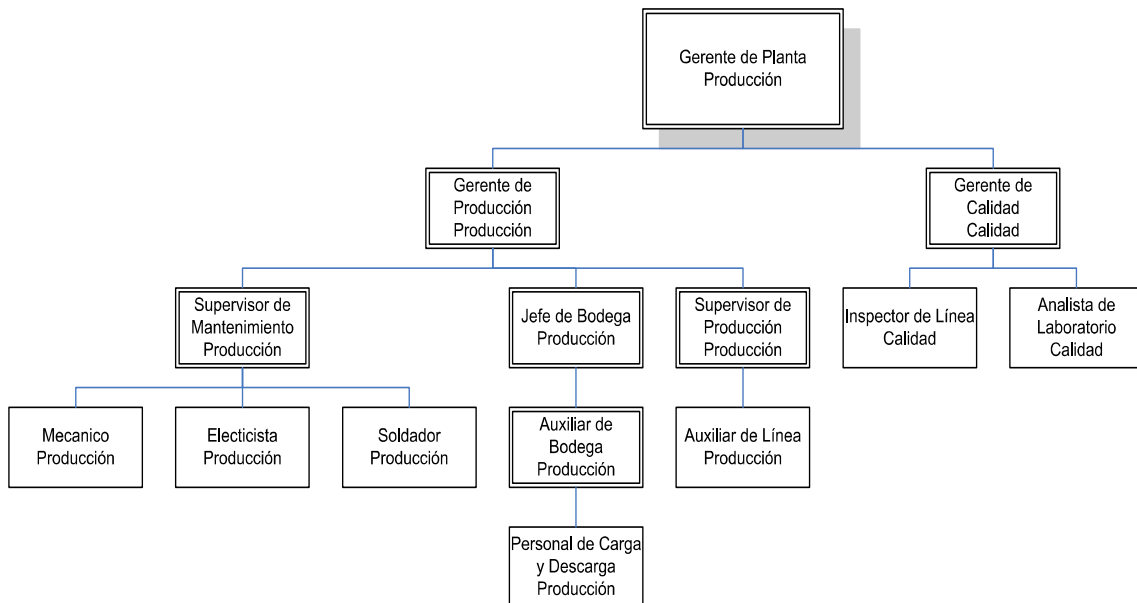
Fuente: elaboración propia.

## 2.2.2. Organigrama de Bepresa

Al llevar a cabo el análisis del organigrama actual de Bepresa se puede observar que tienen oportunidad de mejora en los niveles jerárquicos, basándose en la observación y en los principios de la elaboración de un organigrama.

El resultado de la elaboración de una propuesta de mejora en el organigrama Bepresa, se puede observar en la figura 44.

Figura 44. Organigrama BEPRESA



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3. Diagrama de flujo de proceso

Para la mejora del diagrama de flujo actual se utilizó una herramienta de medición llamada Caudalimetro; también en reglas, simbología y pasos para la elaboración de un diagrama de flujo de proceso.

La técnica para medir el caudal es la utilización de un Caudalimetro Ultrasónico en cada una de las salidas de los filtros ya que es necesario saber la velocidad y el volumen de agua que se maneja en cada una de las entradas y salidas de cada uno de los puntos en los cuales se divide la purificación de agua.

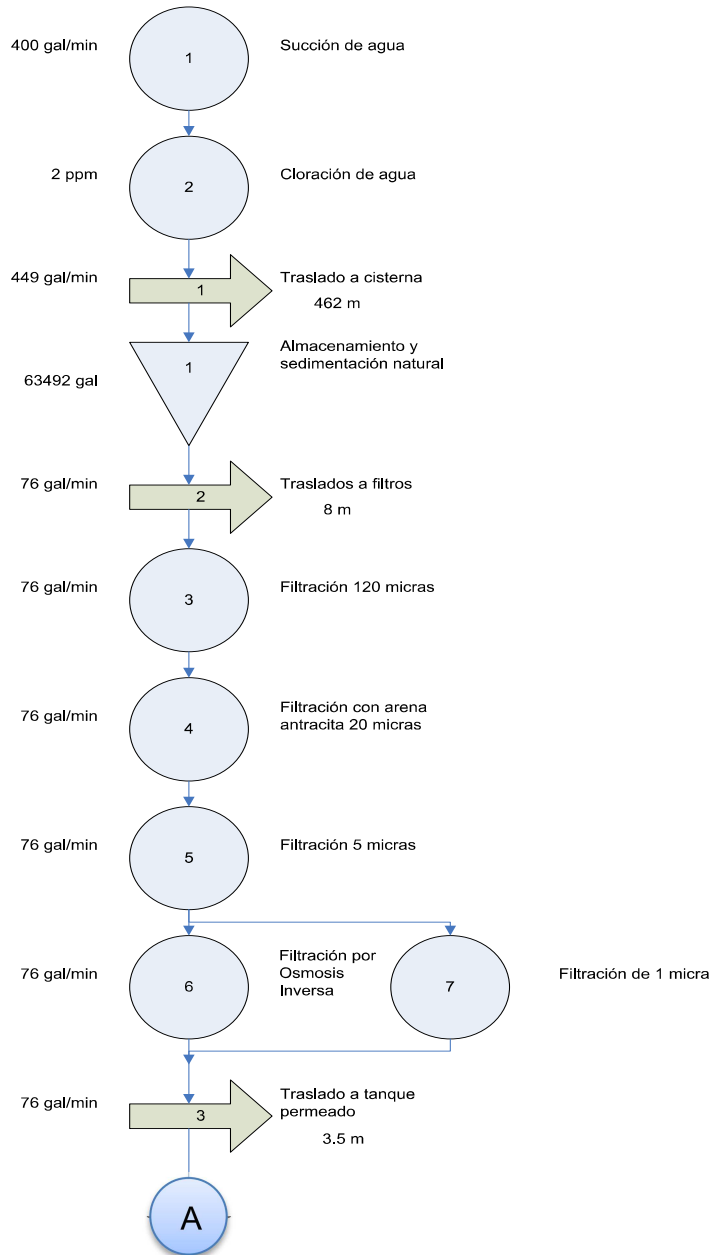
El funcionamiento de caudalimetro es el siguiente:

- Se coloca el caudalimetro en la tubería, el cual consta de dos partes importantes:
  - Transmisor y receptor
- Se alimenta de energía eléctrica el caudalimetro.
- Mide el tiempo que tarda el ultrasonido en atravesar el fluido a medir.
- Muestra en la pantalla la velocidad, caudal y volumen.

El resultado del rediseño del diagrama de flujo de proceso de la purificación de agua se muestra en las figuras 45 y 46.

Figura 45. Diagrama de flujo de proceso (parte 1/2)

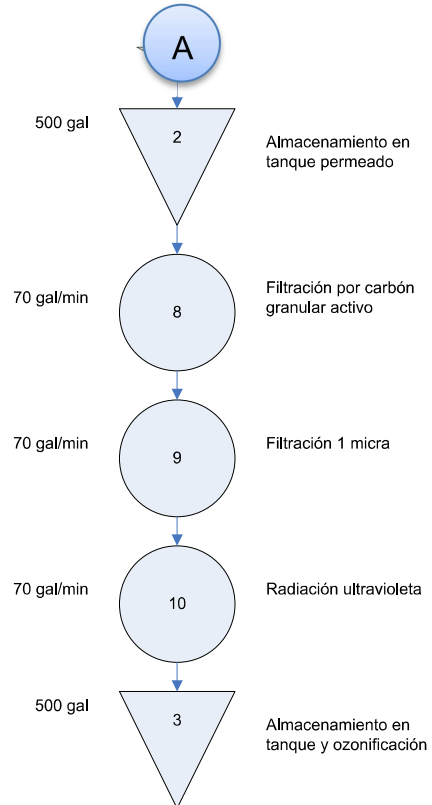
Diagrama de flujo de proceso de purificación		
Planta de purificación BEPRESA	Elaborado por Gilberto Rivera	1 2
Método Mejorado		






Fuente: elaboración propia.

Figura 46. Diagrama de flujo de proceso (parte 2/2)

Diagrama de flujo de proceso de purificación		
Planta de purificación BEPRESA	Elaborado por Gilberto Rivera	2
Método Mejorado		2



Resumen			
	Cantidad	Caudal	Distancia
	10	144000 gal/día	
	3		
	3		473.5 m

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.4. Medición de agua residual en el proceso de ósmosis inversa**

La medición del agua residual en este punto de la implementación, se llevó a cabo por medio de la técnica del aforo, tomando como punto a aforar la tubería de expulsión del agua residual del proceso de la ósmosis inversa que se muestra en la figura 47.

Figura 47. **Salida de residuo de proceso de ósmosis inversa**



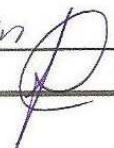
Fuente: fotografía en área de producción de planta BEPRESA.

El proceso para el aforo fue el siguiente: en un tonel de 25 galones se colocó una manguera conectada a la salida de la tubería de agua residual, en el momento de tener preparado el tonel con marcas con diferencia de un galón entre una y la otra, se activó la ósmosis y se tomó la cantidad de galones que



llenada durante un tiempo de un minuto, los resultados de la toma de datos se muestra en la figura 48.

Figura 48. Toma de datos de aforo a agua residual

<u>AFORO DE EXPULSIÓN DE AGUA RESIDUAL</u>			
Punto de control:	<u>Galida de Tubería</u>		Fecha: <u>23-3-2010</u>
Ubicación:	<u>Planta Bepresa</u>		
	gal/1 min	gal/1 min	gal/1 min
Toma 1	16.5	17	17.1
Toma 2	15	16.5	17
Toma 3	17	17.5	17.5
Toma 4	16.5	17	17
Observaciones:	<u>En promedio es 17 gal/min</u>		
Registrador:	<u>GILBERTO RIVERA</u>		Supervisor: 

Fuente: elaboración propia.

El resultado del aforo expulso un promedio de 17 galones por minuto y haciendo el cálculo, según historial de horas al mes trabajadas, se llego a los siguientes resultados de galones al mes; mostrados en la tabla XVI.

Tabla XVI. **Agua residual del proceso de ósmosis inversa**

MES	TOTAL	min/mes	gal/min	Gal/mes
	hr/mes			
ENERO	400	24 000	17	408 000
FEBRERO	452	27 120	17	461 040
MARZO	501	30 060	17	511 020
ABRIL	468	28 080	17	477 360
MAYO	4 487	269 220	17	4 576 740
JUNIO	495	29 700	17	504 900
JULIO	507	30 420	17	517 140
TOTAL	5 317	319 020		7 456 200

Fuente: elaboración propia (mes junio 2010).

Con este análisis se logra evidenciar la importancia de la implementación del sistema en el proceso de ósmosis inversa.

#### **2.2.4.1. Análisis de membranas**

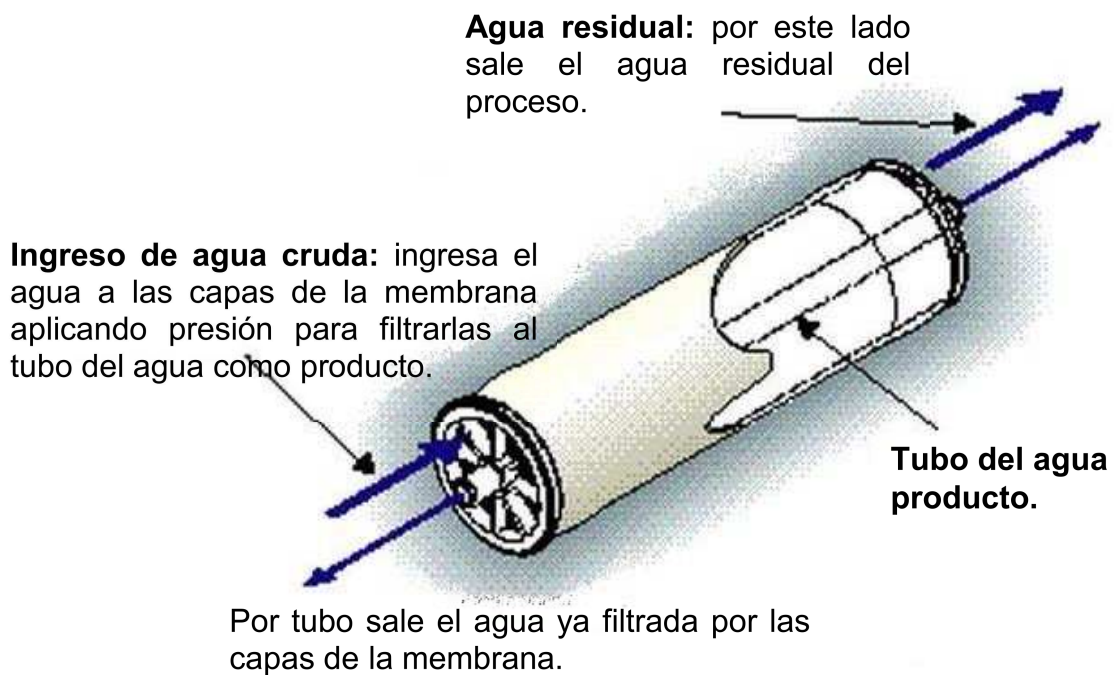
Las membranas como tal, son capas de microceldas que a base de presión el agua pasa a través de ellas dejando fuera a los contaminantes como partículas, iones, sales, virus, bacterias, protozoos, hongos, mohos y levaduras. Permitiendo únicamente el paso de moléculas de agua.

Para obtener el producto de las membranas es necesaria la alimentación, el descarte y el trasiego del agua producto o el agua ya tratada por las membranas.

El proceso que realizan las membranas no es un proceso complicado, sigue el mismo patrón del ciclo de un producto; el cual consta de tres partes: entrada de materia prima, transformación y producto terminado.

Para dar una idea gráfica de lo antes descrito y tener claro el análisis realizado a las membranas, es necesario entender su funcionamiento el cual se detalla en la figura 49 a continuación presentada:

Figura 49. **Membranas de ósmosis inversa**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

Este análisis se realizó con el fin de evidenciar el porqué del volumen residual del proceso de la ósmosis inversa que en ese momento se obtenga.

#### 2.2.4.2. Lectura del flujo volumétrico

La lectura del flujo volumétrico se llevó a cabo en el panel de control que posee la ósmosis inversa, el panel de control que posee la ósmosis inversa es el que se presenta en la figura 50.

Figura 50. **Lectura de flujo de agua residual en proceso de ósmosis inversa**



Fuente: área de producción de planta BEPRESA.

En la figura 50 se observa que la lectura en el panel de control de la ósmosis inversa muestra que asciende a 17 galones/minuto (GPM), y no esta demás mencionar que el aforo realizado en el punto de expulsión de agua residual dio como resultado un promedio de 17 galones/minuto; lo que indica que la lectura es correcta.

## **2.2.5. Análisis para el uso del agua residual del proceso de ósmosis inversa**

Como ya fue mencionado en el documento, es de suma importancia el análisis para el uso del agua residual, teniendo claro que, dado a que no sea de buena calidad para las autoridades, el proyecto no se podrá llevar a cabo aunque muestre grandes ahorros de costo para la empresa.

Las cualidades del agua, los análisis de muestras tomadas en la planta y comparaciones, definen que el agua residual es apta para los usos de servicios.

### **2.2.5.1. Análisis de agua de servicios**

El análisis de los servicios se llevó a cabo en uno de los servicios sanitarios del complejo, para el cual se muestra en la figura 51 la evidencia de la toma de muestra.

**Figura 51. Muestra de agua de servicios**



Fuente: área de producción de planta BEPRESA.

La muestra del agua de servicios expulsa los siguientes resultados expuestos en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Muestra del agua para servicios**

Análisis	Agua de servicio	Norma COGUANOR		
		LMA	LMP	
Cloro residual	1,62	5 u	35 u	mg/l
Ozono residual	-----			mg/l
Ph	7,3	7 a 7,5	6,5 a 8,5	
Conductividad	237		<1500	mS/cm
Sólidos totales disueltos	118,5	500	1000	mg/l
Alcalinidad	2,3			mmol/l
Sulfitos	0			mg/l
Fosfatos	0,2			mg/l
Hierro	0,007			mg/l
Dureza	80	100	500	mg/l
Turbidez	0,1	5	15	UNT
Silicatos	94,3			mg/l
Nitratos	72			mg/l
Color aparente	0			Unid.
Manganeso	0,003	50	100	mg/l
Cloruro	6	100	250	mg/l
Apariencia	Normal			
Olor	Cloro			
Sabor	cloro			

Fuente: elaboración propia.

Al realizar el análisis correspondiente se determinó que el agua de servicios tomada en el servicio sanitario del complejo se encuentra dentro de los parámetros estipulados por los reglamentos que estipula la norma COGUANOR NGO 29001.

#### **2.2.5.2. Análisis de agua residual de proceso**

El análisis del agua residual del proceso de ósmosis inversa se llevó a cabo en la tubería de expulsión, para el cual se muestra en la figura 52 la evidencia de la toma de muestra.

**Figura 52. Muestra de agua residual**



Fuente: área de producción de planta BEPRESA.

La muestra del agua residual del proceso de ósmosis inversa expulsa los siguientes resultados expuestos en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Muestra del agua residual**

Análisis	Agua residual	Norma COGUANOR		
		LMA	LMP	
Cloro residual	0,73	5 u	35 u	mg/l
Ozono residual	-----			mg/l
Ph	7,57	7 a 7,5	6,5 a 8,5	
Conductividad	367		<1500	mS/cm
Sólidos totales disueltos	183,5	500	1000	mg/l
Alcalinidad	3,5			mmol/l
Sulfitos	0			mg/l
Fosfatos	0,3			mg/l
Hierro	0,007			mg/l
Dureza	131	100	500	mg/l
Turbidez	0,19	5	15	UNT
Silicatos	224			mg/l
Nitratos	12,1			mg/l
Color aparente	0			Unid.
Manganeso	3	50	100	mg/l
Cloruro	7	100	250	mg/l
Apariencia	Normal			
Olor	Cloro			
Sabor	Cloro			

Fuente: elaboración propia (mes junio 2010).

Al realizar el análisis correspondiente se determinó que el agua residual del proceso de ósmosis inversa se encuentra dentro de los parámetros estipulados por los reglamentos que estipula la Norma COGUANOR NGO 29001.



### **2.2.5.3. Análisis de documentación COGUANOR**

La Comisión Guatemalteca de Normas fue creada el 5 de mayo de 1962 por Decreto Número 1523 del Congreso de la República, modificado por el Decreto 23-87 del 25 de mayo de 1987. La comisión se creó adscrita al Ministerio de Economía y con las funciones siguientes:

- Dirigir, coordinar y unificar las actividades y las políticas del país en materia de fijación de normas;
- Estudiar, elaborar, modificar y proponer al Organismo Ejecutivo por conducto del Ministerio de Economía, la adopción de normas formuladas de acuerdo con su ley de creación y reglamentos respectivos;
- Constituir los Comités Técnicos de Trabajo para el estudio, elaboración y en su caso, modificación de cada norma en particular;
- Vigilar la aplicación de las normas adoptadas;
- Verificar el cumplimiento de las normas vigentes;
- Establecer y mantener relaciones con las organizaciones internacionales y regionales de fijación de normas;
- Tener bajo su jurisdicción todos los demás asuntos relacionados con la fijación de normas en Guatemala.

La Comisión está integrada por un presidente y su respectivo suplente, ambos del Ministerio de Economía, seis miembros titulares y sus respectivos suplentes de: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; Ministerio de Trabajo y Previsión Social; Cámara de Industria; Cámara de Comercio; Asociación General de Agricultores; y Colegio de Ingenieros de Guatemala. Las actividades administrativas están a cargo de un Secretario Ejecutivo, el cual

cuenta con el apoyo de personal profesional y técnico en las áreas de normalización, metrología y acreditación.

Entre las actividades de COGUANOR está la de normalización y a la fecha se han publicado 694 normas, de las cuales el 92 por ciento son de carácter obligatorio y el 8 por ciento de carácter voluntario. Esto incluye normas de especificaciones, métodos de ensayo, muestreo, terminología y otras áreas, en los campos de alimentos, medicamentos, plaguicidas, materiales de construcción, productos del petróleo.

Las normas obligatorias, que se identifican con las siglas NGO, se relacionan con pesos y medidas, alimentos, medicinas, materiales de construcción y, en general a todo lo relativo a la seguridad y conservación de la seguridad y la vida. Las normas recomendadas, identificadas con las siglas NGR, son las que se relacionan con bienes o servicios no contemplados por las normas obligatorias.

Entre el catálogo se encuentra la COGUANOR NGO 29001 1ª. Revisión, la cual lleva como nombre agua potable, especificaciones. Los parámetros estipulados tanto físicos como químicos por la Norma COGUANOR NGO 29001 se muestran a continuación en la figura 53:

Figura 53. **Parámetros COGUANOR NGO 29001**

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u (1)
Olor	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT (2)
(1) Unidades de color en la escala de platino-cobalto		
(2) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Estas siglas deben considerarse en la expresión de los resultados.		
Características	Límite máximo aceptable	Límite máximo permisible
Cloro residual libre (1) (2)	0.5 mg/L	1.0 mg/L
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Conductividad	---	< de 1 500 µS/cm
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	100.000 mg/L	500.000 mg/L
Potencial de hidrógeno (3)	7.0-7.5	6.5-8.5
Sólidos totales disueltos	500.0 mg/L	1 000.0 mg/L
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Temperatura	15.0°C-25.0°C	34.0°C
Aluminio (Al)	0.050 mg/L	0.100 mg/L
Calcio (Ca)	75.000 mg/L	150.000 mg/L
Cinc (Zn)	3.000 mg/L	70.000 mg/L
Cobre (Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Magnesio (Mg)	50.000 mg/L	100.000 mg/L
(1)	El límite máximo aceptable, seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.5 mg/L, después de por lo menos 30 minutos de contacto, a un pH menor de 8.0, con el propósito de reducir en un 99% la concentración de <i>Escherichia coli</i> y ciertos virus.	
(2)	En aquellas ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro puede mantenerse en un límite máximo permisible de 2.0 mg/L, haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben de tomarse medidas similares en los casos de interrupción o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.	
(3)	En unidades de pH.	

Fuente: COGUANOR NGO 29001 1ª. Revisión.

#### 2.2.5.4. Comparación de los tres análisis

Para el análisis de la factibilidad de uso del agua residual se realizó una comparación entre agua residual, agua de servicios y Norma COGUANOR.

Para su validez se muestra la figura 54 con los resultados siguientes obtenidos de los análisis de laboratorio de la planta:

Figura 54. Resultados de análisis en laboratorio



Fuente: laboratorio de Industrias Licoreras de Guatemala.

Los parámetros estipulados por la Norma COGUANOR NGO 29001 se muestran en la figura 55 a continuación presentada.

Figura 55. **Parámetros COGUANOR NGO 29001**

Características	Límite máximo aceptable	Límite máximo permisible
Cloro residual libre (1) (2)	0.5 mg/L	1.0 mg/L
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Conductividad	---	< de 1 500 µS/cm
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> )	100.000 mg/L	500.000 mg/L
Potencial de hidrógeno (3)	7.0-7.5	6.5-8.5
Sólidos totales disueltos	500.0 mg/L	1 000.0 mg/L
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Temperatura	15.0°C-25.0°C	34.0°C
Aluminio (Al)	0.050 mg/L	0.100 mg/L
Calcio (Ca)	75.000 mg/L	150.000 mg/L
Cinc (Zn)	3.000 mg/L	70.000 mg/L
Cobre (Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Magnesio (Mg)	50.000 mg/L	100.000 mg/L
(1)	El límite máximo aceptable, seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.5 mg/L, después de por lo menos 30 minutos de contacto, a un pH menor de 8.0, con el propósito de reducir en un 99% la concentración de <i>Escherichia coli</i> y ciertos virus.	
(2)	En aquellas ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro puede mantenerse en un límite máximo permisible de 2.0 mg/L, haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben de tomarse medidas similares en los casos de interrupción o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.	
(3)	En unidades de pH.	

Fuente: COGUANOR NGO 29001 1ª. Revisión.

Como se observa, si se realiza la comparación de los resultados del laboratorio y la Norma COGUANOR NGO 29001, se concluye que el agua es factible para su uso en el trabajo de graduación, ya que se mantiene en los parámetros requeridos por la norma.

#### **2.2.5.5. Conclusión de la comparación realizada aprobada por encargado de calidad de la empresa**

Los análisis realizados en el laboratorio del complejo muestran el estado del agua de servicios la cual se encuentra dentro de los parámetros COGUANOR NGO 29001.

Al realizar la comparación, los resultados fueron favorables y se encuentran dentro de los parámetros de la Norma COGUANOR NGO 29001.

Los parámetros principales o más importantes son:

- Cloro residual: es un parámetro importante en el análisis ya que si este se encuentra por debajo del rango establecido por la norma, el agua no es apta para el consumo humano, por los microorganismos. Si esta arriba del parámetro establecido por la norma provoca cáncer en el ser humano; por lo tanto estando fuera del rango afecta la salud humana.
- Potencial de hidrógeno: parámetro que se utiliza para medir la acidez y alcalinidad del agua, y es importante ya que si se encuentra fuera del rango establecido nos indica la presencia de ácidos y sales alcalinas disueltas en el agua, las cuales pueden ser tóxicas para el ser humano.
- Turbiedad: es la falta de transparencia de un líquido debida a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el líquido, más sucia parecerá esta y más alta será la turbidez. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua, cuanto más turbia, menor será su calidad.

- Conductividad: capacidad que tiene el agua para conducir energía eléctrica, esto significa que el agua posee metales disueltos. Una conductividad muy alta al rango establecido según la norma, podría indicar la presencia de metales pesados disueltos en el agua, los cuales son tóxicos para el ser humano provocando cáncer y deformaciones.

A continuación se puede observar en la tabla XIX los resultados obtenidos de los dos análisis y los parámetros estipulados por la Norma COGUANOR NGO 29001, marcando con un \* los análisis más importantes.

Tabla XIX. **Recopilación de laboratorio**

Análisis	Norma COGUANOR		Agua de servicio	Agua residual		
	LMA	LMP				
*Cloro residual	5 u	35 u	1.62	0.73	mg/l	
Ozono residual	-----	-----	-----	-----	mg/l	
*Ph	7 a 7.5	6.5 a 8.5	7.3	7.57		
*Conductividad		<1500	237	367	mS/cm	
Sólidos	<b>totales</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>118.5</b>	<b>183.5</b>	mg/l
						disueltos
Alcalinidad			2.3	3.5	mmol/l	
Sulfitos			0	0	mg/l	
Fosfatos			0.2	0.3	mg/l	
Hierro			0.007	0.007	mg/l	
Dureza	100	500	80	131	mg/l	
*Turbidez	5	15	0.1	0.19	UNT	
Silicatos			94.3	224	mg/l	
Nitratos			72	12.1	mg/l	
Color aparente			0	0	Unid.	
Manganeso	50	100	0.003	3	mg/l	
Cloruro	100	250	6	7	mg/l	
Apariencia			Normal			
Olor			cloro			
Sabor			cloro			

Fuente: elaboración propia (mes junio 2010).

Los datos recabados en la tabla XIX ayuda a concluir que el análisis de cualitativo para el uso del agua residual del proceso de la ósmosis inversa es



positivo, ya que se encuentra dentro de los parámetros que estipula la Norma COGUANOR NGO 29001.

### **2.2.6. Evidencia de daño al ambiente**

De acuerdo a la cantidad de servicios que posea un municipio, éstos inciden en la calidad de vida y bienestar familiar de sus habitantes. Sobre esta base se determina su relación con el medio ambiente y su responsabilidad en el deterioro del mismo.

Mixco es un municipio del departamento de Guatemala ubicado en el extremo oeste de la ciudad capital y asentado en la cordillera principal de la zona de influencia urbana de la ciudad capital.

Los límites del municipio son los siguientes:

Norte: San Pedro Sacatepéquez

Este: Chinautla y Guatemala

Sur: Villa Nueva

Oeste: San Lucas Sacatepéquez y Santiago Sacatepéquez

Su extensión territorial es de 90 kilómetros cuadrados de los cuales 45,6 kilómetros cuadrados que equivalen al 45,7 por ciento, se encuentra dentro del área de la cuenca del lago de Amatitlán.

Mixco posee una sierra llamada de Mixco, y 12 cerros llamados: Alux, de Dávila, Del Aguacate, El Campanero, El Cuco, El Naranjo, El Pizote, La Comunidad, Lo de Fuentes, San Miguel, San Rafael y Yumar. Estos cerros dan la flora que ayuda a la absorción de la precipitación pluvial.

Entre los aspectos hidrográficos son de las Limas, El Zapote, Guacamaya, La Brigada, Mansilla, Mariscal, Molino, Naranjito, Pansalic, Salaya, Seco, Tzalja, y Yumar. También cuenta con un riachuelo llamado el Tempiscal.

Entre los aspectos topográficos, Mixco muestra una topografía quebrada en un 75 por ciento de su extensión. El terreno plano que lo constituye un 25 por ciento se ubica en el Este del municipio. La cabecera municipal está asentada en un terreno sinuoso, que inicia en la bifurcación de la ruta asfaltada CA-1 y termina con un nivel demasiado pronunciado en las faldas del Cerro Alux.

El agua que surte a la población proviene de tres acueductos: el Manzanillo, San Miguel y San Jerónimo, además de 63 pozos de extracción de agua subterránea.

En la cuenca el 17,7 por ciento de los hogares no cuentan con el servicio de agua potable. Mixco tiene un déficit del vital líquido del 14,9 por ciento en los hogares. La dotación de agua potable sin tratamiento es de 0,287 metros cúbicos por segundo. Estimando 150 litros por habitantes por día. Con un déficit de 0,12 metros cúbicos por segundo.

En la cuenca el 98 por ciento de agua se distribuye por medio de pozos con un volumen 1,0878 metros cúbicos por segundo, extrayéndose al año para abastecer los domicilios 50 millones 441 mil 832 metros cúbicos por segundo, de los cuales 34 millones 304 mil 860 metros cúbicos por segundo, equivalentes al 68 por ciento se consumen en la cuenca y el resto en la ciudad capital.

En 1976 se estimaba que la disponibilidad de agua subterránea en el área era de 111 millones de metros cúbicos, con una recarga estimada en 57

millones 500 mil metros cúbicos por año. Actualmente ésta se ha visto reducida a 24 millones de metros cúbicos por año, debido al proceso acelerado de urbanización no planificada, al proceso de deforestación y junto a esto la extracción no moderada de recurso hídrico.

Algunas de las estadísticas importantes de analizar es la de la utilidad a nivel casero que se le da al agua.

- 90 litros en una ducha
- 350 litros en un baño de inmersión
- 6 litros en lavarse los dientes sin cerrar la llave durante un minuto
- 140 litros en lavar 10 kilos de ropa, en dos lavados
- 90 litros en lavar los platos sin cerrar la llave durante 15 minutos
- 60 litros en lavar la vereda sin cerrar la llave durante 10 minutos
- 150 litros en lavar el auto sin cerrar la llave durante 25 minutos
- 6 litros en lavarse las manos durante un minuto
- 18 litros en afeitarse sin cerrar la llave durante 3 minutos

Es por eso que este trabajo de graduación fuera de interés de ahorro monetario, ayuda de manera inmensurable al ambiente ya que dadas las razones anteriores no cabe más que decir, que el proyecto es factible en lo que beneficio al ambiente se refiere, tomando en cuenta las propuestas de mejora como lo son:

- Reducción de la extracción del recurso hídrico.
- Forestación de los cerros para el aumento de retención de la precipitación pluvial.

### **2.2.6.1. Horas de trabajo de ósmosis inversa**

La implementación del trabajo de graduación no afectará las horas trabajadas de la ósmosis inversa, el ahorro de energía, extracción o agua residual no afecta ni favorece las horas trabajadas para el cumplimiento de la demanda diaria de producto terminado.

El punto de análisis de las horas trabajadas en el proceso de ósmosis inversa o la importancia de verlo en esta sección es dimensionar la cantidad de horas de trabajo que se le invierte al proceso para luego convertir esas horas a volumen de agua utilizada.

Las horas de trabajo en la ósmosis inversa son el reflejo de la programación de producción por mes o bien historial de horas trabajadas en años anteriores, en este caso las horas trabajadas en la ósmosis inversa para el 2007 haciende a 5 680,5 horas, el total de las horas trabajadas en el 2008 haciende a 5 036,5 horas y el total del registro recabado en el 2009 es de 5 317 horas, por lo que con una simple operación de la suma de los tres años anteriores dividido por el número de años se puede dar un aproximado de las horas trabajadas para el 2010 o el promedio de horas trabajadas en los tres años.

$$[5\ 680,5\ (2007) + 5\ 036,6\ (2008) + 5\ 317\ (2009)] / 3 = 5\ 344,7\ \text{horas}$$

El total en promedio de los tres años registrados en corridas de producción se podría decir que es un aproximado de 5 344,7 horas.

Para llevar a cabo el proceso de ósmosis inversa se es necesario 27 galones por minuto, y tomando en cuenta que trabaja un total anual de 5 344,7

horas se asevera que el agua necesaria para el proceso es de 8 658,414 galones por año.

$$5\,344,7 \text{ horas/año} * 27 \text{ galones/minuto} * 60 \text{ minutos /hora} = 8\,658,414 \text{ galones/año}$$

#### **2.2.6.2. Volumen de agua residual del proceso de ósmosis inversa**

El proceso de ósmosis inversa necesita un estimado de 27 galones de agua por minuto, y el residual del proceso asciende a un promedio de 16 galones por minuto.

Para efecto del cálculo del volumen de agua residual del proceso de ósmosis inversa se toma el promedio en horas calculado en el inciso anterior, el cual es el siguiente.

$$[5\,680,5 (2007) + 5\,036,6 (2008) + 5\,317 (2009)] / 3 = 5\,344,7 \text{ horas.}$$

Al convertir las horas de trabajo a galones por año, nos da como resultado 5 130,912 galones al año y el cálculo es el siguiente:

$$5\,344,7 \text{ horas/año} * 16 \text{ galones/minuto} * 60 \text{ minuto/hora} = 5\,130,912 \text{ galones/año}$$

Este volumen de agua seria el total del agua desperdiciada o mal utilizada al mandarla directamente al drenaje sin ser utilizada.

### 2.2.6.3. Definición del agua como líquido vital en el planeta tierra

Siempre se ha escuchado que beber ocho vasos (2 litros) de agua al día es beneficioso para la salud, pero ¿por qué? Generalmente no se considera el agua como un nutriente; sin embargo, es tan importante para la salud como las proteínas, las vitaminas o cualquier otro nutriente. Esto es evidente porque se sabe que la vida no puede sostenerse sin este líquido vital.

Después del oxígeno, el agua es el factor más importante para la vida el agua representa el 70 por ciento del peso corporal

- 50 % se halla dentro de las células
- 15 % fluye entre ellas
- 5 % está en la sangre

Perder 10% del agua corporal = situación de riesgo

Perder 20% del agua corporal = muerte

Ingesta de agua diaria.

- Por ciento del peso corporal  
(Una persona de 80 Kg, requiere 2,4 litros (Kilo gramos) de agua)

¿Cuánta agua pierde nuestro organismo diariamente? (Para el mismo individuo de 80 Kilo gramos de peso)

- 0,4 litros por la respiración
- 1,2 litros por la orina
- 0,6 litros por la transpiración
- 0,2 litros por la evacuación

El cuerpo humano no puede funcionar óptima ni eficientemente si no está hidratado con fluidos, ya que todos los procesos vitales internos dependen de la presencia de agua. Tomar agua ha sido siempre la primera recomendación para quienes desean tener una alimentación equilibrada. Es un beneficio para la salud que este siempre a mano. Antes de recomendar cualquier programa de nutrición, es fundamental recalcar la importancia de tomar agua. Una regla tan simple puede hacer la diferencia desde la calidad de la piel hasta el control de peso (tanto a perderlo como a mantenerlo).

El agua suprime el apetito y ayuda al cuerpo a metabolizar la grasa acumulada. Los estudios recientes demuestran que al ingerir menos agua los depósitos de grasa aumentan, mientras que al beber más agua, aquellos se reducen. Otra función importante de ese líquido milagroso es que ayuda al cuerpo a eliminar tóxicas. Cuando una persona está perdiendo peso, el organismo tiene que deshacerse de toda esa grasa metabolizada; el agua interpreta un papel clave en ese proceso.

Entonces, partiendo de los dos litros de agua que necesita un ser humano para tener un organismo sano, podemos decir que según el agua residual total, de las horas trabajadas en el último año por la ósmosis inversa, estamos desperdiciando 5 130, 912 galones por año y en litros sería 23 millones 325 mil 587,74 litros por año, esto dividido 2 (litros que debe de tomar una persona) y dividido (365 días del año) es igual a 31 952 personas al año sin líquido vital.

### **2.2.7. Evidencia de costo energético en extracción**

En este inciso se busca evidenciar el alza o baja de costo energético en cada uno de los pozos ya sea de purificación o de servicios en el complejo,

haciendo una comparación del registro de costo del mes anterior versus mes durante la implementación.

### 2.2.7.1. Pozo para purificación

En la tabla XX se desglosa el consumo energético registrado durante los meses de enero a agosto proporcionados por el jefe de mantenimiento de la planta.

Tabla XX. **Comparación del costo energético, pozo de purificación**

RESUMEN DE CONSUMO ELÉCTRICO EN POZO 2010		
MES	CONSUMO TOTAL KW/hr	PROMEDIO (KW/hr)
ENERO	12 488	499,52
FEBRERO	12 980	519,2
MARZO	15 527	554,54
ABRIL	11 634	465,36
MAYO	14 032	539,7
JUNIO	13 351	513,5
JULIO	13 534	{ 524,3 }
<b>AGOSTO</b>	<b>13 516</b>	<b>523,28</b>

Fuente: elaboración propia (julio versus. agosto 2010).

Al realizar el análisis del costo energético del mes de julio contra el mes de agosto se observa que el costo energético en la extracción de agua en el pozo destinado para la purificación de la misma, se mantiene constante o en promedio respecto a los meses anteriores.



### 2.2.7.2. Pozo para servicios

En la tabla XXI se desglosa el consumo energético registrado durante los meses de enero a agosto proporcionado por el jefe de mantenimiento de la planta.

Tabla XXI. **Comparación del costo energético, pozo de purificación**

---

RESUMEN DE CONSUMO ELECTRICO EN POZO 2010

MES	GALONES EXTRAÍDOS	Costo de galón extraído
ENERO	492 957	0,056
FEBRERO	523 024	0,081
MARZO	489 521	0,069
ABRIL	856 200	0,075
MAYO	432 589	0,071
JUNIO	458 792	0,075
JULIO	489 572	{ 0,089 }
<b>AGOSTO</b>	<b>169 472</b>	<b>0,093</b>

---

Fuente: elaboración propia (julio versus. agosto 2010).

Al realizar el análisis de los dos últimos meses (julio versus. agosto), se hace evidente la diferencia en el costo energético tomando en cuenta que se disminuye en un 65,38 por ciento la extracción de agua en el pozo, porcentaje calculado de la siguiente manera:

489 572-----100%

169 472----- x %

$$100\% - x = \text{porcentaje de disminución}$$
$$100\% - [(169\,472 * 100) / 489\,572] \% = 65,38\%$$

### **2.2.8. Diseño del sistema a implementar y sus áreas involucradas**

El diseño del sistema a implementar dependió del espacio y el recurso monetario disponible.

El diseño se llevó a cabo con la herramienta llamada Auto – cad, para el cual fue necesario realizar medidas y establecer ruta por donde la tubería haría su recorrido.

La nomenclatura para la comprensión del plano de la planta y la tubería es el siguiente:

- Amarillo: paredes de división de la construcción de oficinas
- Celeste: paredes de contorno de la planta
- Rojo: tubería de agua caliente para lavado
- Blanco: equipo y tubería nueva en implementación

El resultado del diseño se muestra en la figura 56 a continuación presentada:



### **2.2.8.1. Mejora del diseño del plano de la planta**

La mejora en el diseño se hace evidenciar por la falta de un plano de la planta, es necesario hacer ver que existía un plano sin escala solamente con las medidas. Por lo que la mejora del diseño está completamente basada en el diseño a escala en un programa profesional y adecuado para la tarea realizada.

### **2.2.8.2. Identificación de áreas a involucrar**

Para la implementación de la tubería nueva a instalar, para la planificación y programación, es necesario tomar en cuenta que áreas son las que se involucran, las áreas son las siguientes:

- Ósmosis inversa
- Tanque de almacenamiento
- Área de tuberías de agua purificada
- Parte frontal de la planta
- Área de aljibes de almacenamiento de agua de servicios

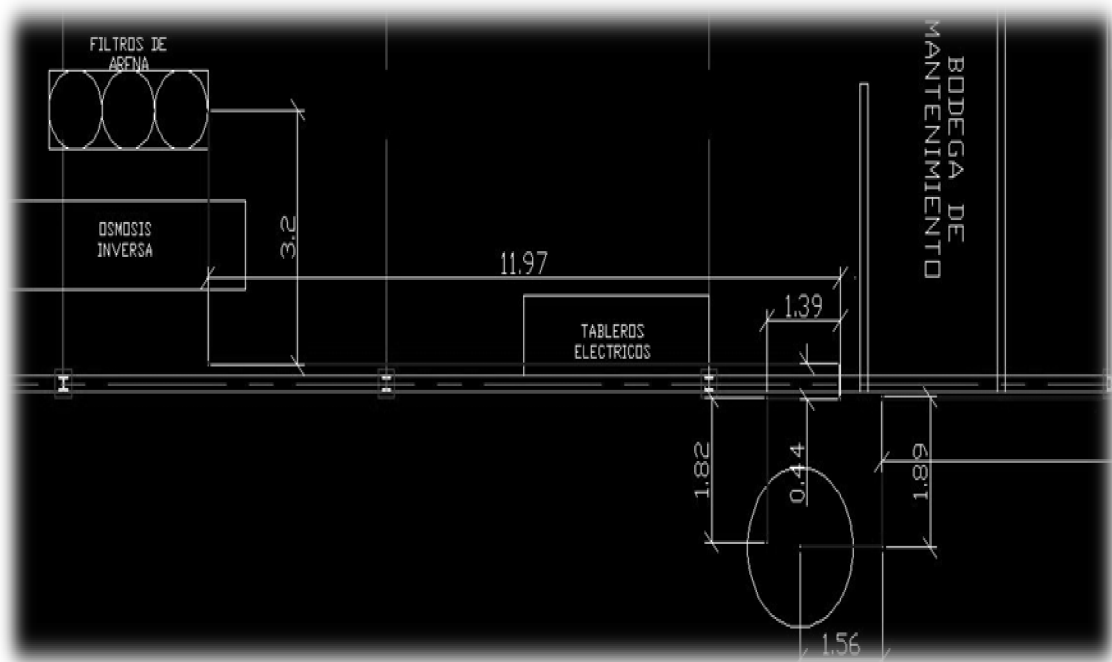
### **2.2.8.3. Diseño del plano de tuberías a emplear**

Para la interpretación del plano diseñado para la tubería que trasiega el agua residual del proceso de ósmosis inversa, es necesario saber el significado de las líneas con sus respectivos colores:

- Línea blanca: tubería implementada
- Doble línea azul: pared de división
- Doble línea amarilla: división de áreas

El diseño de la planta se muestra en la figura 57:

Figura 57. **Diseño de tubería implementada**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

La tubería a utilizar según los requerimientos de la gerencia y jefe de mantenimiento es de tubo PVC de 1 pulgada, con capacidad de resistir 250 libras de presión.

### 2.2.9. Análisis de materiales y herramientas a utilizar

Para llegar a este punto fue necesaria la elaboración de los planos en las distintas áreas afectadas, realizar las mediciones prudentes y cálculos necesarios para los tipos de materiales.

Los materiales y cantidades a utilizar se muestran en la tabla XXII:

Tabla XXII. **Materiales**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Tanque, Agua, 2100 litros</b>	1
<b>Tubo, PVC, 250psi, 1''</b>	20 tubos
<b>Pegamento, Tangit, PVC, 1/4, 950ml</b>	1
<b>Unión, PVC, psi160, 1''</b>	15
<b>Reductor de 3/4 a 1'' de pvc</b>	1
<b>Codos de 1'' de pvc</b>	5
<b>Cheque de 1'' de pvc</b>	1
<b>Cargador tipo L para tubería</b>	10
<b>Tornillos para cargador</b>	20
<b>Llave de bola 1''</b>	2
<b>Uniones universales 1''</b>	5

Fuente: elaboración propia.

El material que aparece en la tabla XXII se le debe de agregar cableado para el guarda nivel y accesorios de plomería como T's y codos, material que ya existía en *stock*; por lo cual no se toma en cuenta.

Otro de los materiales que no se toma en cuenta en el cuadro de materiales es la bomba, ya que es una de 1 caballo de fuerza y ya existe en *stock*.

### **2.2.10. Análisis de costos**

El análisis de costos es muy importante para la toma de decisiones o para saber la rentabilidad de cualquier proyecto.

Los estudios de costos deben considerar todos los recursos en cuestión, especialmente el uso de personal. Algunos costos son relativamente fáciles de evaluar, por ejemplo el costo de los materiales. Sin embargo, para determinar los costos del tiempo que necesita el personal para prestar cierto servicio tendrían que hacerse investigaciones en el lugar.

#### **2.2.10.1. Costos de instalación**

El costo de instalación son todos los costos que tuvieron que ver directamente con la instalación ya sea variables o fijos.

El resumen de los costos incurridos en la implementación del trabajo de graduación son los mostrados en la tabla XXIII:

Tabla XXIII. **Costos de instalación**

Descripción	Costo	
Albañil	Q 1 500,00	
Fontanero	Q 3 400,00	
Mecánico	Q 500,00	
Tubo, PVC, 250psi,1''	20 tubos	Q 897,00
Pegamento, Tangit, PVC, 1/4, 950ml	1	Q 165,00
Union, PVC, psi160,1''	20	Q 55,00
Reducidor de 3/4 a 1'' de pvc	1	Q 25,00
Codos de 1'' de pvc	15	Q 26,25
Cheque de 1'' de pvc	1	Q 35,50
Cargador tipo L para tubería	10	Q 42,50
Tornillos para cargador	20	Q 5,00
Llave de bola 1''	2	Q 47,60
Uniones universales 1''	5	Q 48,75
Cemento	3	Q 187,5
Tanque, Agua, 2100 litros	1	Q 2 230,00

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.10.2. **Materiales directos**

Los materiales directos son todos aquellos que incurren en la construcción del proyecto y son fijos.

Los costos de los materiales directos se muestran en la tabla XXIV:



Tabla XXIV. **Materiales directos**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
<b>Tanque, agua, 2 100 litros</b>	1	Q 2 230,00

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.10.3. Mano de obra directa**

El costo de mano de obra no se tomará en cuenta a excepción del fontanero y el albañil, ya que es una persona especialista que realice este tipo de trabajo.

Los costos de la mano de obra directa se muestran en la tabla XXV:

Tabla XXV. **Materiales directos**

<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
<b>Albañil</b>	Q 1 500,00
<b>Fontanero</b>	Q 3 400,00

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.10.4. Costo indirecto**

Todos los costos indirectos son los costos variables y se desglosan de la siguiente manera.

Los costos indirectos se muestran en la tabla XXVI:

Tabla XXVI. **Costos indirectos**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
<b>Tubo, PVC, 250psi,1''</b>	20 tubos	Q 897,00
<b>Pegamento, Tangit, PVC, 1/4, 950ml</b>	1	Q 165,00
<b>Unión, PVC, psi160,1''</b>	20	Q 55,00
<b>Reducidor de 3/4 a 1'' de pvc</b>	1	Q 25,00
<b>Codos de 1 '' de pvc</b>	15	Q 26,25
<b>Cheque de 1 '' de pvc</b>	1	Q 35,50
<b>Cargador tipo L para tubería</b>	10	Q 42,50
<b>Tornillos para cargador</b>	20	Q 5,00
<b>Llave de bola 1''</b>	2	Q 47,60
<b>Uniones universales 1''</b>	5	Q 48,75
<b>Cemento</b>	3	Q 187,5

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.11. Cálculo de la rentabilidad de la inversión**

Para analizar la rentabilidad de la inversión primero se realizará un análisis de costos.

El consolidado de todos los costos involucrados en la implementación para el posterior análisis de costos se muestran en la tabla XXVII:

Tabla XXVII. Consolidado de costos

Descripción	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total
<b>Albañil</b>	Q 1 500,00		Q 1 500,00
<b>Fontanero</b>	Q 3 400,00		Q 3 400,00
<b>Mecánico</b>		Q 500,00	Q 500,00
<b>Tubo, PVC, 250psi,1''</b>		Q 897,00	Q 897,00
<b>Pegamento, Tangit, PVC, 1/4, 950ml</b>		Q 165,00	Q 165,00
<b>Union, PVC, psi160,1''</b>		Q 55,00	Q 55,00
<b>Reducidor de 3/4 a 1'' de pvc</b>		Q 25,00	Q 25,00
<b>Codos de 1'' de pvc</b>		Q 26,25	Q 26,25
<b>Cheque de 1'' de pvc</b>		Q 35,50	Q 35,50
<b>Cargador tipo L para tubería</b>		Q 42,50	Q 42,50
<b>Tornillos para cargador</b>		Q 5,00	Q 5,00
<b>Llave de bola 1''</b>		Q 47,60	Q 47,60
<b>Uniones universales 1''</b>		Q 48,75	Q 48,75
<b>Cemento</b>		Q 187,50	Q 187,50
<b>Tanque, Agua, 2100 litros</b>	Q 2 230,00		Q 2 230,00
<b>Total de Inversión</b>	Q 7 130,00	Q 2 035,10	Q 9 165,10

Fuente: elaboración propia.

El total de costos variables es de Q 2 035,10 y el total de costos fijos es de Q 7 130,00. Al sumar los costos fijos y los costos variables da un total de costos de Q 9 165,10.

Esta será a inversión inicial del proyecto, pero interesa saber que factibilidad existe en que esta inversión se recupere y no solamente sea una inversión. Para esto se realizará un gráfico de análisis de inversión inicial con

mensualidades basado en el ahorro energético del pozo de servicios que es el punto en el cual se disminuirán los costos.

En la tabla XXVIII a continuación presentado mostrará líneas de inversión energética, en base a la extracción de dos meses antes de la implementación, finalizando así con una proyección para saber a cuantos meses se recuperara la inversión.

Tabla XXVIII. **Consumo eléctrico 2010**

RESUMEN DE CONSUMO ELÉCTRICO EN POZO 2010		
MES	GALONES EXTRAÍDOS	Costo de galón extraído
ENERO	492 957	0,056
FEBRERO	523 024	0,081
MARZO	489 521	0,069
ABRIL	856 200	0,075
MAYO	432 589	0,071
JUNIO	458 792	0,075
JULIO	489 572	0,089
<b>AGOSTO</b>	<b>169 472</b>	<b>0,093</b>

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis de la recuperación de la inversión realizada en la implementación, se realizaron los siguientes cálculos:

Mensualidad 1

$$458\,792 \text{ gal (junio)} * Q\,0,075 \text{ (costo por gal)} = Q\,34\,409,40$$

## Mensualidad 2

$$489\,572 \text{ galones (julio)} * Q0,089 \text{ (costo por galón)} = Q\,43\,571,90$$

## Mensualidad 3

$$169\,472 \text{ galones (agosto)} * Q0,093 \text{ (costo por galón)} = Q\,15\,760,89$$

## Análisis de ahorro:

$$\begin{aligned} \text{Julio} & - \text{ Agosto} = \text{ahorro post implementación} \\ Q\,43\,571,90 & - Q\,15\,760,89 = Q\,27\,811,01 \end{aligned}$$

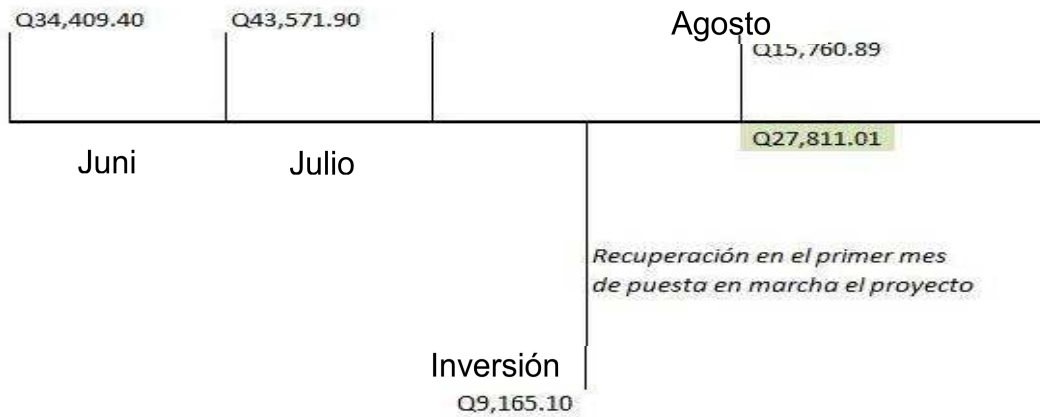
## Análisis de recuperación de inversión:

$$\begin{aligned} \text{Ahorro post implementación} & - \text{Inversión} & = & (+) \text{ ó } (-) \\ Q\,27\,811,01 & - Q\,9\,165,10 & = & Q\,18\,645,91 \\ & & & (+) \end{aligned}$$

Por lo que se puede observar en los cálculos anteriormente presentados, se puede afirmar que la implementación se recupera ya que el ahorro duplica la inversión inicial.

En la figura 58 se muestra la rentabilidad de la inversión de una manera más clara:

Figura 58. **Rentabilidad de la inversión**



Fuente: elaboración propia.

Ver el cálculo del VPN en apéndice tomando el 7 por ciento de tasa de interés de promedio ponderado. El proyecto está realizado en base a ahorro de costo de extracción, por lo que al expulsar un VPN positivo indica que el proyecto representa ahorro, por lo cual el proyecto es aceptado.

### 2.2.12. Análisis de operación del sistema

El análisis de operación del sistema es para tener la retroalimentación del funcionamiento y beneficio obtenido día a día.

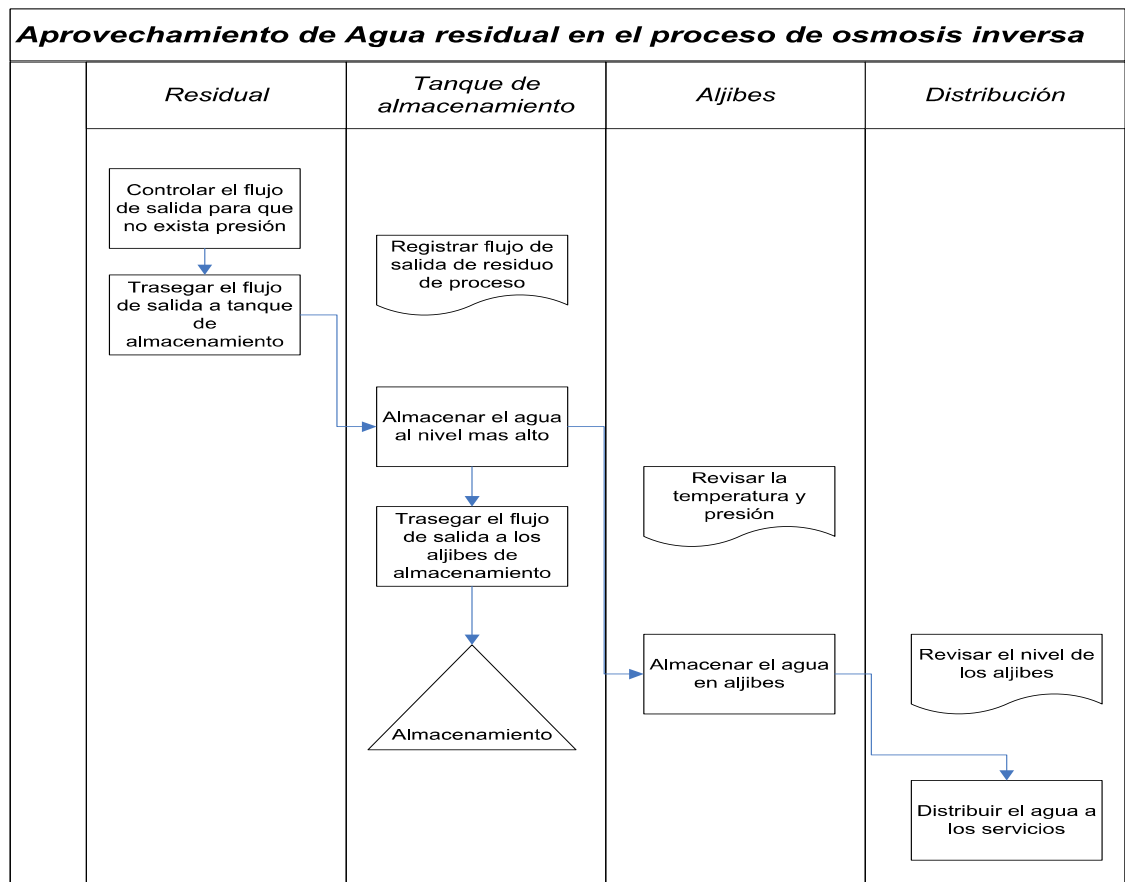
Para definir este tipo de control es necesario establecer las responsabilidades y operaciones desarrolladas, sin olvidar el diagrama de flujo del funcionamiento del sistema.

### 2.2.12.1. Diagrama de actividades y operaciones

El diagrama de operaciones cruzadas representa el proceso y flujo del agua a su punto final, tomando en cuenta las operaciones paralelas de mantenimiento.

El diagrama de actividades y operaciones cruzadas se observa en la figura 59:

Figura 59. Diagrama de actividades y operaciones



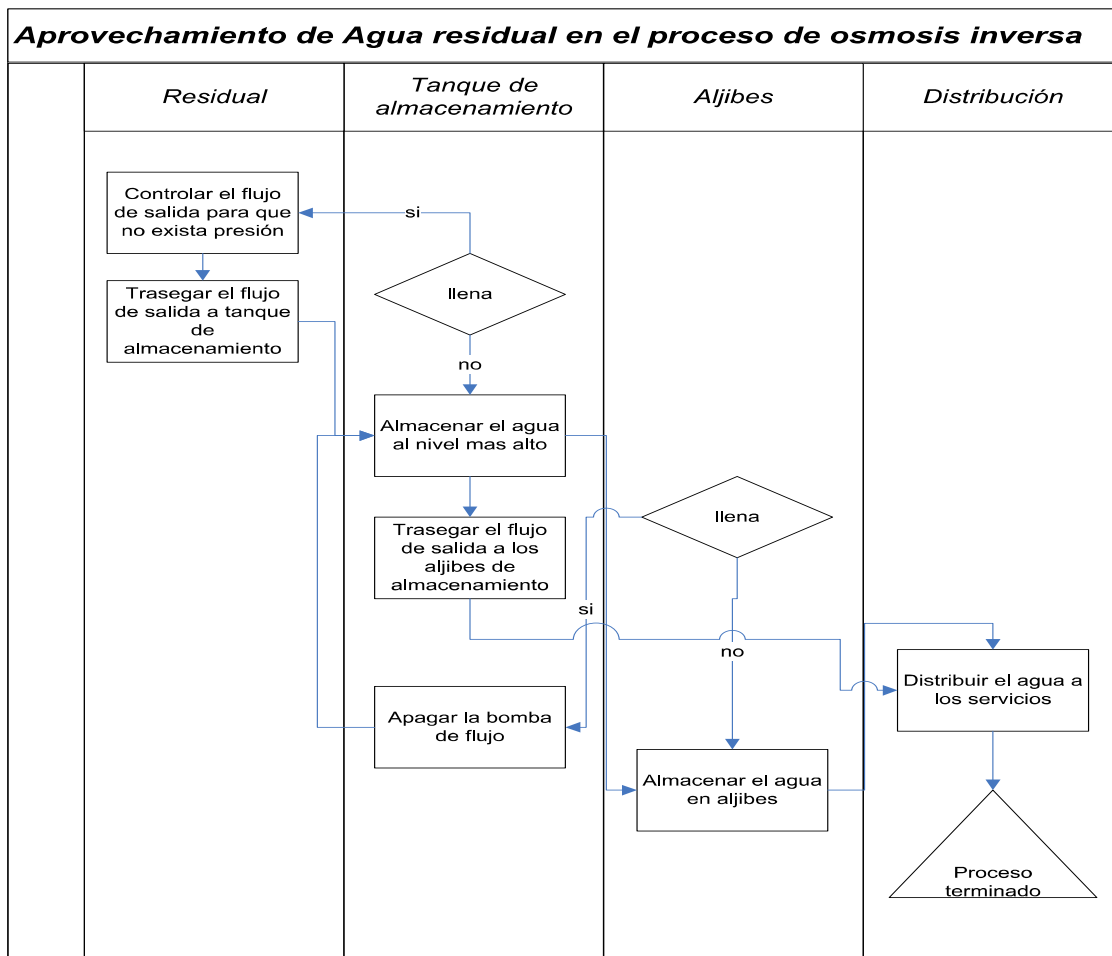
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

### 2.2.12.2. Flujograma de decisiones en operación del sistema

El flujo grama de decisiones en operación se basa en el manejo de niveles de agua para el correcto flujo de agua su punto final que es el de servicio

El flujo grama de decisiones en operación lo podemos observar en la figura 60:

Figura 60. Flujograma de decisiones en operación



Fuente: elaboración propia con programa Microsoft Visio.



### 2.2.13. Plano de distribución de recurso hídrico

El plano de recurso hídrico ya se encontraba diseñado para el complejo, por razones de implementación en la mejora del aprovechamiento del agua residual en el proceso de la ósmosis inversa, se realizaron modificaciones al plano, usando la simbología mostrada en la tabla XXIX.

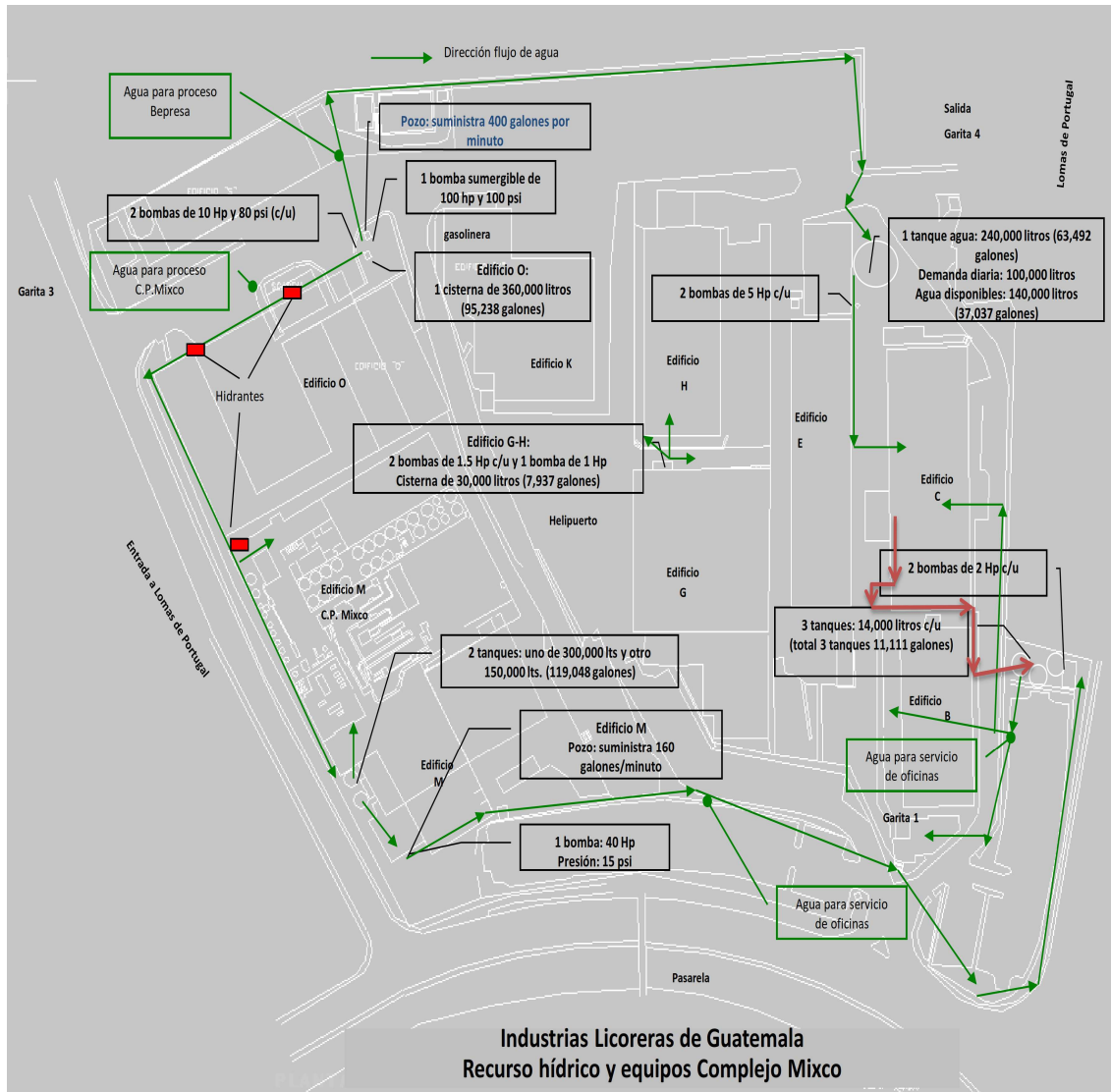
Tabla XXIX. **Simbología de distribución**

Figura	Significado	Descripción
	Tubería	Muestra la idea del recorrido de la tubería
	Tubería	Muestra la idea del recorrido de la tubería de la implementación
	Hidrantes	Muestra los hidrantes existentes
	Descripción	Da la descripción de los puntos importantes en el plano

Fuente: elaboración propia.

El plano de recurso hídrico con la implementación, se muestra en la figura 61, es importante hacer énfasis en la tabla XXIX para su mejor comprensión.

Figura 61. Plano de recurso hídrico



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN (PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE EMERGENCIA DE SÍSMOS EN LA PLANTA BEPRESA)**

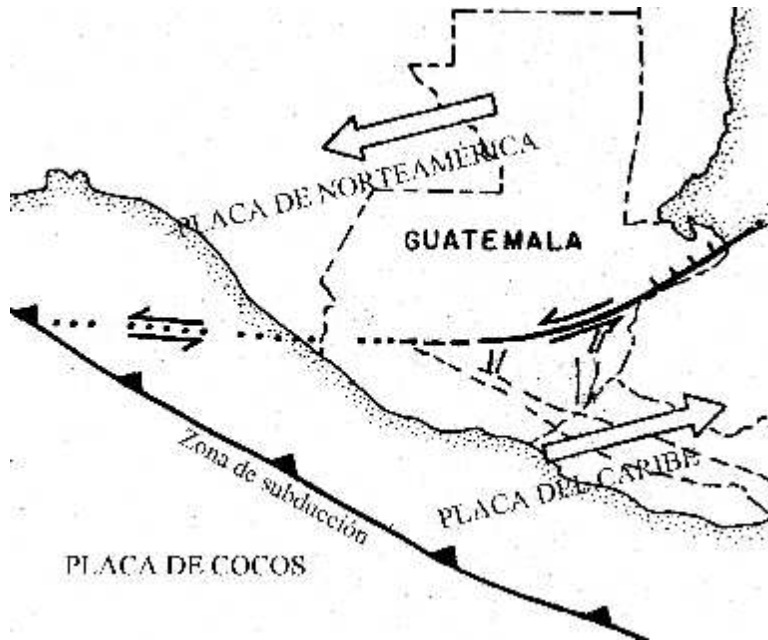
El territorio nacional está repartido en tres placas tectónicas: Norteamérica, Caribe y Cocos. Los movimientos relativos entre éstas determinan los principales rasgos topográficos del país y la distribución de los terremotos y volcanes.

El contacto entre las placas de Norteamérica y Caribe es de tipo transcúrrete. Su manifestación en la superficie son las fallas de Chixoy-Polochic y Motagua.

El contacto entre las placas de Cocos y del Caribe es de tipo convergente, en el cual la placa de Cocos se mete por debajo de la placa del Caribe (fenómeno conocido como subducción). Este proceso da origen a una gran cantidad de temblores y formación de volcanes. El contacto entre estas dos placas está aproximadamente a 50 kilómetros frente a las costas del océano Pacífico.

A su vez, estos dos procesos generan deformaciones al interior de la placa del Caribe, produciendo fallos secundarios como: Jalpatagua, Mixco, Santa Catarina Pinula, como se ve en la figura 62.

Figura 62. **Gráfico de placas**



Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

Si se analizan los registros históricos e información instrumental se podrá mencionar al hablar de grandes terremotos en Guatemala, las mediciones matemáticas indican que el evento de 1942 ha sido el de mayor cantidad de liberación de energía en lo que va del siglo, sin embargo, no ha sido el más destructor. Posiblemente por la ubicación del evento y la menor población existente en la época influyeron en ello.

El evento que más estragos ha causado en el presente siglo es sin duda el terremoto de 1976. Fue registrado el día 4 de febrero a las 03:03:33 horas, localizado en 15,32 grados latitud norte y 89,10 grados longitud oeste, de características superficiales, alrededor de 5 kilómetros de profundidad y magnitud  $M_s = 7,5$  grados.

Los efectos de la ruptura fueron desastrosos, se registraron mediciones de desplazamiento horizontal de más de 3,00 metros en algunas partes a lo largo de la falla, se crearon aceleraciones muy altas que ocasionaron la destrucción de miles de viviendas en las zonas adyacentes, incluyendo el valle de la ciudad capital, se registraron cerca de 25 000 muertos y 75 000 heridos y aunque no se fijaron cifras exactas, se calcula que las pérdidas excedieron un mil doscientos cincuenta mil millones de dólares estadounidenses (1976). Siendo registrada la activación del sistema de fallas de Mixco.

La forma más eficaz y económica ante cualquier tipo de amenaza, es la prevención. Las medidas preventivas contemplan una gran cantidad de acciones a realizar, como evaluación, planificación, pruebas, ejecución, etc.

Tomando en cuenta los datos antes analizados la creación y ejecución de un plan de contingencia ante sismos es útil para disminuir los daños que éstos producen, y aun cuando no es posible saber cuándo y dónde ocurrirá el próximo terremoto, se está seguro que habrán más, según lo que demuestra la evidencia geológica, los registros históricos y la información instrumental.

### **3.1. Plan de contingencia ante emergencia de sismos**

Los terremotos son una de las amenazas naturales más destructivas. Pueden ocurrir en cualquier período del año, en el día o en la noche, produciendo un impacto repentino y poco aviso.

Para controlar el riesgo en forma eficiente se requiere información sobre la magnitud del riesgo enfrentado (evaluación del riesgo) y la importancia que la empresa le da a la reducción de ese riesgo (valoración del riesgo). La

cuantificación del nivel de riesgo es un aspecto esencial en la planificación de los preparativos y planificación de la mitigación.

El plan de contingencias implica un análisis de los posibles riesgos a los cuales pueden estar expuestos los equipos y los colaboradores del complejo, por tanto es necesario que el plan de contingencia incluya un plan de evacuación que proteja al colaborador y a la vez si bien es cierto que se pueden presentar diferentes niveles de daños, también se hace necesario presuponer que el daño ha sido total, con la finalidad de tener un Plan de Contingencias lo más completo posible. Pese a todas las medidas de seguridad implementadas puede ocurrir un desastre, por lo que es necesario detallar en un plan de contingencia los análisis de riesgos que puedan incurrir en la empresa.

### **3.1.1. Justificación del fin principal del plan**

Bebidas Preparadas S.A. (BEPRESA), Industrias Licoreras de Guatemala es una empresa guatemalteca de carácter privado, la cual cuenta con un número de 228 trabajadores activos repartidos en tres turnos (diurno, vespertino y nocturno), siendo este número un aproximado, pero de igual manera es necesaria la protección y seguridad del personal.

La probabilidad de ocurrencia de este evento adverso significa un riesgo para la vida y la integridad de las personas, su patrimonio y el medio ambiente; tomando en cuenta que Guatemala es un país expuesto a sismos se hace necesaria la elaboración del plan de contingencia.

La planta en su distribución toma en cuenta las áreas de ventas, producción, liquidación y bodega; ya que estas áreas se encuentran en el mismo edificio y por lo tanto cada una de estas expone a la otra, por la

naturaleza de los roles desempeñados en los puestos correspondientes de cada área específica.

Ya justificado el medio ambiente e infraestructura de la planta, sin dejar por un lado las pérdidas que al ocurrir un siniestro tendría la empresa, tanto en la recuperación de patrimonio como en la responsabilidad de reintegrar las pérdidas a sus colaboradores, se muestra la necesidad de mitigar los riesgos a los cuales está expuesta la empresa tanto monetarios como de pérdidas humanas, siendo este su principal objetivo.

### **3.1.2. Propósito del plan de evacuación**

Este plan de evacuación contempla las posibles amenazas y riesgos a las que se puede ver enfrentada la empresa. Evaluar los riesgos del área tanto administrativa, ventas, producción, áreas pertenecientes a BEPRESA, es el propósito para emprender la mitigación que reduzca la posibilidad de nefastas consecuencias. El Plan responde, en suma, a cubrir las necesidades de seguridad del área perteneciente a BEPRESA, a cuyo fin se dispondrá de la intervención de todos y cada uno de los colaboradores de la empresa; para que en caso de emergencia, exista una buena coordinación que asegure la correcta utilización de los medios de protección, para la evacuación y la anulación de siniestro o la reducción de los posibles daños del mismo.

El propósito del plan de evacuación abarca la realización de actividades formativas, simulacros, revisión de las instalaciones y de las medidas de protección, con el objeto de diagnosticar si son adecuadas y suficientes e introducir, en su caso, las mejoras pertinentes. Dado que la planificación de las situaciones de emergencia no puede considerarse únicamente teórica, el Plan contempla la obligatoriedad, con carácter periódico y habitual, de un ejercicio

práctico de evacuación, que debe convertirse en una actividad más dentro de las tareas del área de seguridad dentro de la empresa.

### **3.1.3. Objetivos del plan de evacuación y su desarrollo**

Un Plan de evacuación es un instrumento que está dirigido al logro y al fomento de la prevención y a la protección de las personas, los bienes, el medio ambiente y las actividades que se realizan en la empresa de forma que mitigue o elimine una emergencia.

Una emergencia es una situación derivada de un suceso extraordinario que ocurre de forma repentina e inesperada y que puede llegar a producir daños muy graves a personas e instalaciones, por lo que requiere una actuación inmediata y organizada.

Los objetivos que persigue el plan de evacuación se expresan de la siguiente forma:

- Organizar los medios humanos y materiales disponibles para prevenir los posibles riesgos y garantizar la rapidez y eficacia en las acciones a emprender para el control de las emergencias.
- Tener informados a todos los ocupantes del edificio de cómo deben prevenir y actuar ante una emergencia.
- Mentalizar a los gerentes, a sus supervisores y a los operarios de la importancia de los problemas relacionados con la seguridad y emergencia en la planta y complejo en general

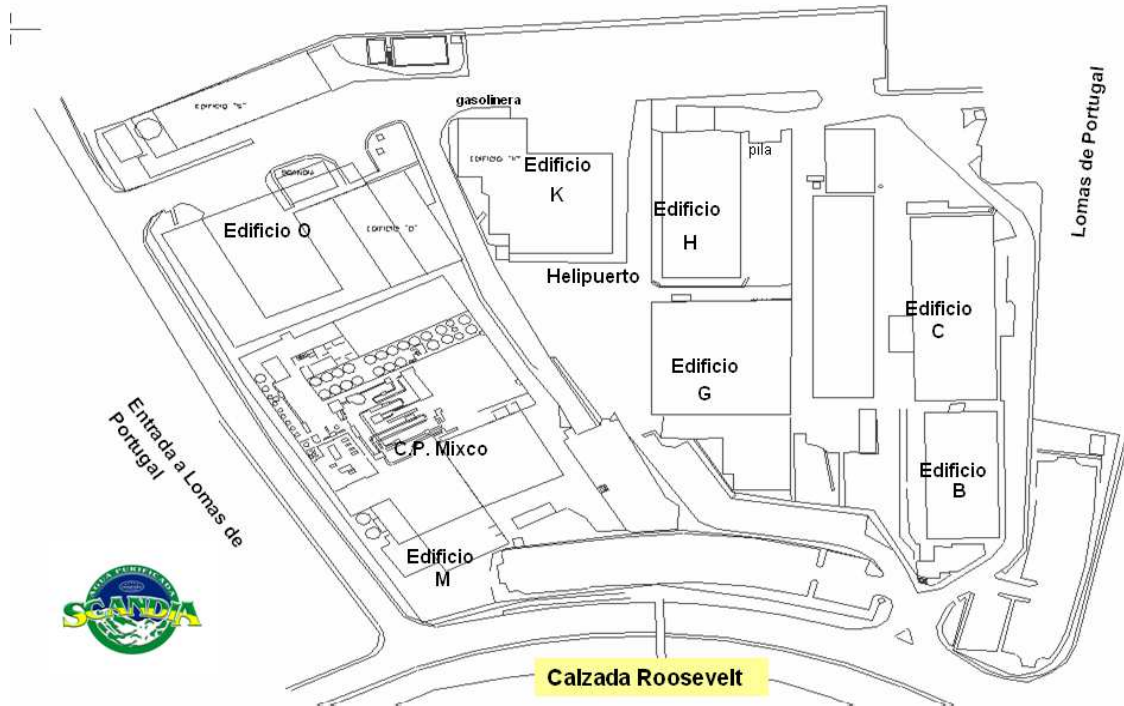


- Enseñar a los colaboradores a conducirse adecuadamente en las situaciones de emergencia.
- Conocer las condiciones de los edificios y sus instalaciones y los medios de protección disponibles, a fin de conseguir la evacuación de una forma ordenada y sin riesgo para sus ocupantes ni para el edificio y mobiliario de la empresa.
- Garantizar la fiabilidad de todos los medios de protección y de las instalaciones generales.

### **3.2. Desarrollo del plan de evacuación**

El desarrollo del plan de evacuación se lleva a cabo en un área específica del complejo de Industrias Licoreras de Guatemala, llamado Edificio C, que pertenece a lo que es la planta de purificación de agua BEPRESA, el cual se presenta en la figura 63 para la ubicación del lector.

Figura 63. **Croquis del complejo**



Fuente: Industrias Licoreras de Guatemala, Planta BEPRESA.

La ruta se desarrolla en todo el complejo, pero el plan de evacuación, capacitaciones y demás objetivos solamente en el edificio C.

### 3.2.1. **Identificación de riesgos**

Como punto de partida para la identificación de los riesgos se realizó un diagnóstico, el cual consta de detectar, identificar y tipificar las diferentes amenazas y/o peligros que presenta la empresa ya sea externa o interna con relación únicamente a los equipos e instalaciones en lo que a riesgos internos se refiere.

Para los riesgos internos se desarrollaron indicadores y se diseñaron fichas de levantamiento de información, cuyos datos fueron complementados con la opinión popular de los colaboradores en capacitaciones realizadas sobre el tema, los cuales sirvieron tanto para la identificación de riesgos (amenazas y vulnerabilidades) como para la sensibilización de los colaboradores de la empresa.

El formato utilizado para el análisis de riesgos internos se muestra en la figura 64.

Figura 64. **Formato de análisis de riesgos**

<b>ANÁLISIS DE RIESGOS POTENCIALES</b>					
Alternativa:			Alternativa:		
RIESGOS	P	G	RIESGOS	P	G
<b>Decisión (alternativa mejor balanceada):</b>					
<b>Justificación:</b>					

Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

En el cual la escala de ponderación tanto de prioridad como la de gravedad de riesgo era la siguiente:

A: Bajo – 0 – 30

B: Medio – 30 – 60

C: Alto – 60 – 100

Esta ficha para levantamiento de información es para realizar una estadística de los riesgos existentes.

El objetivo de establecer un rango de puntuación a cada una de las calificaciones es establecer la prioridad para la mitigación o eliminación del riesgo.

Se llegó a consolidar una lista de riesgos, a la cual se le mitigo o en alguno de los casos se logró eliminar el riesgo

- Falta de antideslizante en las gradas de acceso y salidas de la planta

Figura 65. **Graderío interno**



Antes



Después

Fuente: planta BEPRESA.

- Falta de pasamanos en gradas de acceso y salida al edificio

Figura 66. Pasamanos laterales y frontales



Antes

Después

Fuente: planta BEPRESA.

- Rutas de salida bloqueadas
- Banquetas en mal estado
- Pisos de planta con grietas
- Mal sentido de apertura de puertas
- Calentador de lavadora en lugar riesgoso

Estos son unos de los principales riesgos que existen en el interior de las instalaciones, y se mitigaron en orden de prioridad y capacidad para hacerlo.

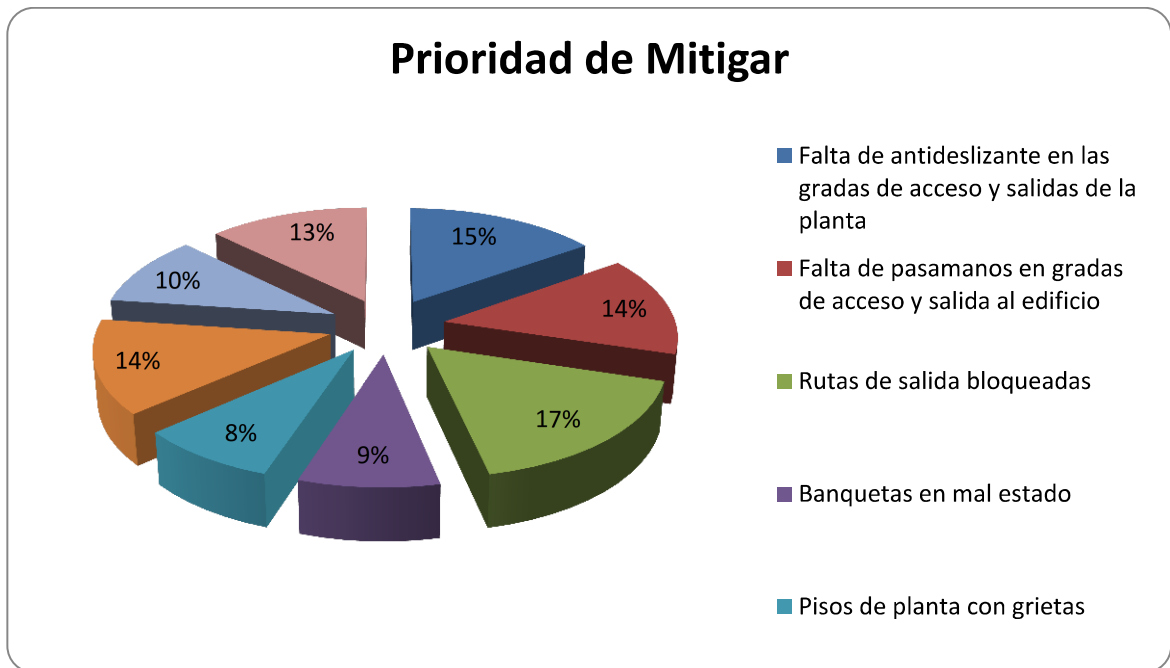
Las estadísticas de la prioridad de mitigación y gravedad de los riesgos registrados se muestran en la tabla XX y la figura 67 a continuación presentadas:

Tabla XXX. **Tabulación de riesgos**

<b><i>RIESGO INTERNO</i></b>	<b>Prioridad de Mitigar</b>	<b>Gravedad</b>
1 Falta de antideslizante en las gradas de acceso y salidas de la planta	90%	80%
2 Falta de pasamanos en gradas de acceso y salida al edificio	85%	75%
3 Rutas de salida bloqueadas	100%	100%
4 Banquetas en mal estado	50%	60%
5 Pisos de planta con grietas	50%	50%
6 Mal sentido de apertura de puertas	80%	90%
7 Calentador de lavadora en lugar riesgoso	60%	80%
8 Ergonomía e puestos de trabajo	75%	65%

Fuente: elaboración propia.

Figura 67. Gráfica de riesgos



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar la ruta de salida tiene un 100 por ciento, pero la frecuencia de que la ruta este bloqueada no es muy alta, aun así, no importando su poco porcentaje de frecuencia sigue teniendo el grado más alto de atención en lo que a seguridad en caso de emergencia se refiere.

Para la identificación de Riesgos Externos y EPP se realizó una ficha de análisis de riesgos generales para los riesgos externos y riesgos específicos para la identificación de EPP.

La ficha para el análisis de los riesgos y EPP se muestra en la siguiente tabla XXXI.

Tabla XXXI. Ficha de riesgos y EPP

		Parámetros de Evaluación			Grado de Peligrosidad	Riesgo	Anotaciones
A	Riesgos Generales	Expos.	Probab.	Gravedad			
1	Terremoto o temblor				0		
2	Fuego o incendio				0		
3	Inundación				0		
4	Tormenta eléctrica				0		
5	Explosión				0		
6	Huracanes				0		
7	Derrames o fugas				0		
8	Caída de aeronave				0		
9	Sabotaje o terrorismo				0		
10	Epidemia				0		
11	Erupción volcánica				0		
12	Otros (deslave o derrumbes)				0		

B	Riesgos específicos al puesto	Expos.	Probab.	Gravedad	Grado de Peligrosidad	Riesgo	Anotaciones
1	Lesión en cráneo y cara				0		
2	Lesión en sistema visual				0		
3	Lesión en sistema auditivo				0		
4	Lesión en sistema respiratorio				0		
5	Lesión en extremidad superior (dedos, manos, brazos)				0		
6	Lesión en cuello, torax o columna				0		
7	Lesión en extremidad inferior (dedos, pies, rodillas, piernas)				0		
8	Lesión por caída				0		
9	Lesión por accidente de tránsito				0		
10	Lesión por robos o asaltos				0		
11	Lesión por quemadura o mordedura				0		
12	Otros				0		

C	Equipo de protección	Necesita (si / No)	Anotaciones
1	Casco		
2	Protección visual		
3	Protección auditiva		
4	Protección respiratoria		
5	Guantes		
6	Cinturón de fuerza		
7	Bata o gabacha		
8	Capa impermeable		
9	Bota industrial		
10	Otros		

Fuente: elaboración propia.



Dicha ponderación para la calificación de cada uno de las columnas a analizar era la siguiente:

Exposición (al riesgo):

- 5 Siempre o en cualquier momento
- 4 Frecuentemente o por lo menos 1 vez a la semana
- 3 Ocasionalmente o por lo menos 1 vez al mes
- 2 Remotamente posible
- 1 No hay exposición

Probabilidad de ocurrencia:

- 5 Seguro que pase o ya ha pasado antes
- 4 Casi seguro que pase
- 3 Sería una rara coincidencia que ocurra
- 2 Nunca ha ocurrido en muchos años, pero es concebible
- 1 No existe probabilidad que ocurra

Gravedad o severidad del daño:

- 5 Muerte o daño mayor
- 4 Lesión incapacitante permanente
- 3 Lesión incapacitante temporal
- 2 Lesión no incapacitante
- 1 No hay lesión

El funcionamiento de esta ficha digito en un cuadro de Microsoft Excel es la siguiente

Exposición \* probabilidad \* gravedad = grado de peligrosidad

Dando como resultado de riesgo lo siguiente, basándose en la condición mostrada:

= SI (gdp>74,"Alto",SI(gdp>23,"Medio",SI(gdp>1,"Bajo","No hay riesgo")))

Siguiendo el promedio de los resultados del perfil de seguridad, se llega a detectar que el riesgo externo más alto, el cual es terremoto o temblor, como se puede ver en la siguiente tabla de resultados presentados en la tabla XXXII:

Tabla XXXII. **Resultados de ficha de riesgos**

		Parámetros de Evaluación					
A	Riesgos Generales	Expos.	Probab.	Gravedad	Grado de Peligrosidad	Riesgo	Anotaciones
1	Terremoto o temblor	5	4	5	100	<b>Alto</b>	Por estar en zona sísmica
2	Fuego o incendio	2	3	3	18	<b>Bajo</b>	
3	Inundación	1	1	2	2	<b>Bajo</b>	
4	Tormenta eléctrica	3	3	4	36	<b>Medio</b>	Por pararrayos del complejo
5	Explosión	1	2	3	6	<b>Bajo</b>	
6	Huracanes	1	1	2	2	<b>Bajo</b>	
7	Derrames o fugas	2	2	2	8	<b>Bajo</b>	
8	Caída de aeronave	1	2	3	6	<b>Bajo</b>	
9	Sabotaje o terrorismo	1	1	2	2	<b>Bajo</b>	
10	Epidemia	2	2	3	12	<b>Bajo</b>	
11	Erupción volcánica	2	3	2	12	<b>Bajo</b>	
12	Otros (deslave o derrumbes)	1	1	1	1	No hay riesgo	

Fuente: elaboración propia.

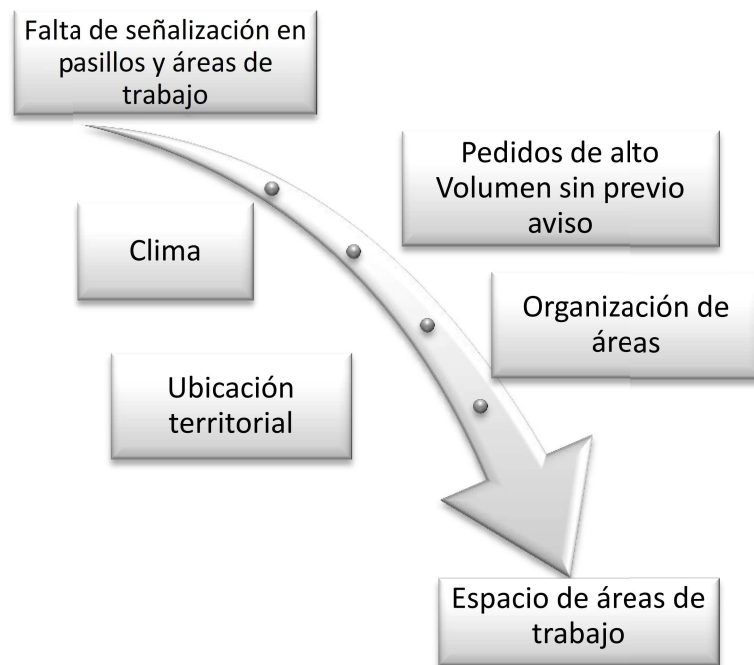
### 3.2.2. Identificar debilidades de instalación

La identificación de las debilidades de la instalación es necesaria para buscar una mejora y ayuda o complemento, en lo que al tema de plan de evacuación se refiere.

Basado en los riesgos con mayor grado de peligrosidad que expulso la ficha de riesgos y epp, se logra determinar cuáles son las debilidades más significativas a tomar en cuenta para el plan de evacuación.

El cuadro presentado muestra las debilidades que presenta la empresa (ver figura 68).

Figura 68. **Consolidado de recorrido en empresa**



Fuente: elaboración propia.

Para efecto de la facilidad del desarrollo del plan de evacuación también se analizaron las ventajas de la empresa para la facilidad de implementación, una de ellas es que debido a su número de operadores en planta, el costo y la dificultad de implementación es considerablemente bajo. Tomando en cuenta el tamaño de la planta, observamos que a la vez de ser una debilidad también es una ventaja porque incurre nuevamente en el bajo costo de una posible inversión.

Otra de las ventajas consideradas para BEPRESA, es que cuenta con personal con facilidad de aprendizaje el cual no es un factor que se haya creado en la planta, sino que, el personal tiene la capacidad de absorción de conocimiento y disponibilidad si en determinado caso se decidiera explotar.

Ya que el presupuesto de BEPRESA en cierto porcentaje depende del presupuesto general de Licoreras, es otra de las ventajas potenciales que se observa, ya que existe disponibilidad de presupuesto para mejoras considerablemente factibles para la empresa.

Una de las amenazas señaladas, son los pedidos de alto volumen que surgen, con un tiempo considerablemente corto, lo que obliga a realizar pedidos de materia prima y tener producto terminado a la vez en bodega, por lo que el espacio disponible se agota rápidamente y las rutas de evacuación quedan bloqueadas temporalmente al verse en la necesidad de ocupar ese espacio para poder satisfacer la producción.

Ahora bien, otra de las debilidades es la falta de señalización y organización de la planta, sumando así el tamaño de la misma, es necesario mitigar estas debilidades llevando a cabo un análisis de bodega de materia prima y despacho, y para objetivo del desarrollo del plan de evacuación es de

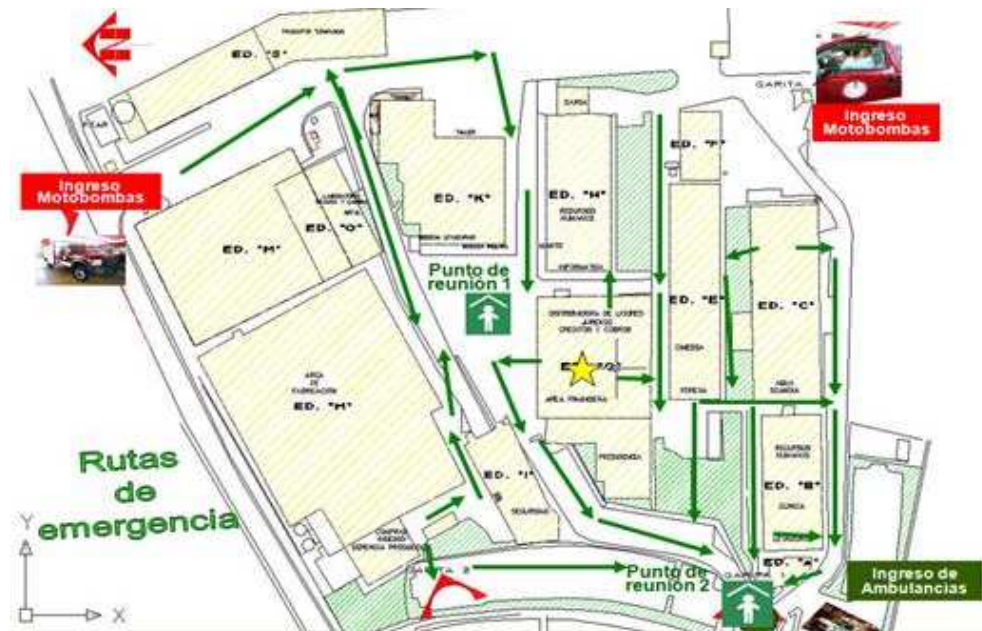
suma importancia para la seguridad ocupacional del colaborador mejorar la señalización y organización de rutas.

### 3.2.3. Identificar oportunidades de mejora en la señalización

Tomando en cuenta las oportunidades registradas en el recorrido realizado y enfocando la necesidad de realizar un buen desarrollo en el plan de evacuación, se aborda la señalización como tema principal, por lo que se tomó acción en la elaboración de la ruta de evacuación para el complejo, así con ello poder posteriormente realizar la señalización de la misma.

La ruta de evacuación del complejo ya existente era la siguiente (ver figura 69):

Figura 69. Ruta de evacuación preimplementación



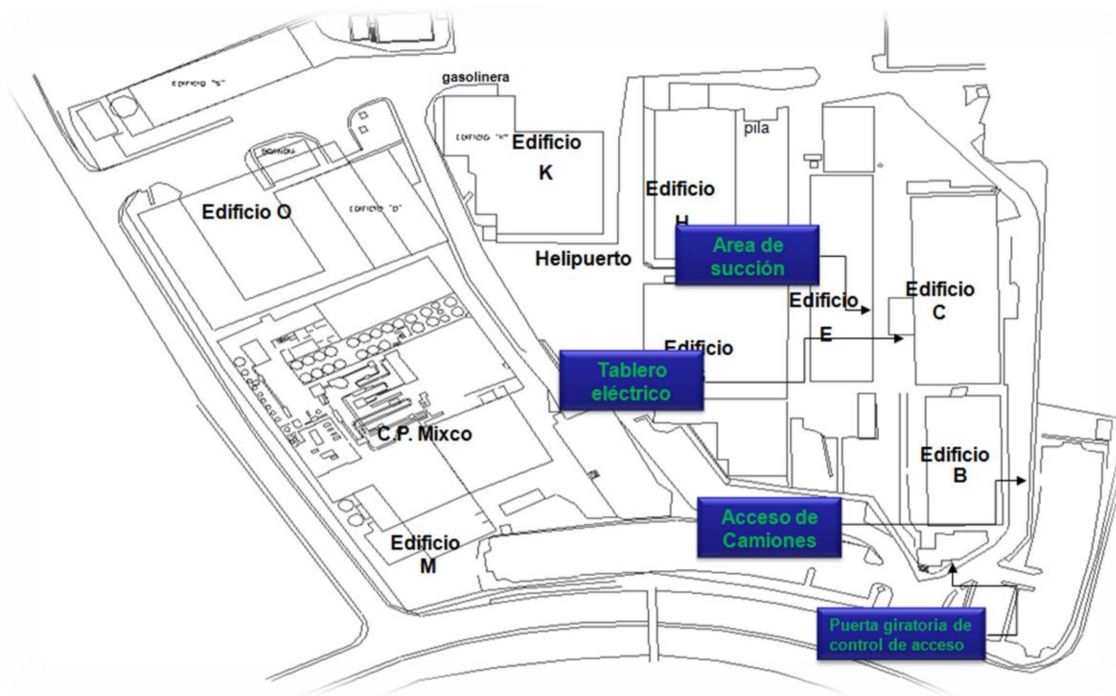
Fuente: Departamento de Seguridad Ocupacional.

Antes que nada el desarrollo de la búsqueda de oportunidad en la mejora de señalización es realizado en el edificio C, área de BEPRESA.

Una de las observaciones de oportunidad de mejora en la señalización en el exterior del edificio C, es que existen algunas áreas que no son lugares adecuados a los cuales las personas deberían de dirigirse en caso de cualquiera de los siniestros que ocurren o van de la mano en caso de un sismo.

Las cuales se presentan en la figura 70.

Figura 70. **Áreas de riesgo en la ruta de evacuación**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

El área de succión es propensa a incendio y explosiones o descargas de altos voltajes.

- El tablero eléctrico maneja altos voltajes.
- El acceso de camiones no es un área adecuada para una ruta de evacuación ya que dificulta la evacuación.
- La puerta giratoria de control de acceso es otro de los puntos que por la difícil salida debido al marcaje para la activación del acceso.

Las observaciones y oportunidades de mejora de señalización para el interior del edificio C, se muestran en las siguientes figuras como un antes y un después de las acciones tomadas (ver figura 71).

Figura 71. Señalización de ruta de evacuación

Antes



Después



Fuente: oficinas BEPRESA..



En general se realizaron señalamientos que indicaban condición segura, prohibición, advertencias de peligros o riesgos y señalamientos que indican obligación.

Es importante mencionar que cada una de las señales responde a su respectivo color los cuales son

- Condición segura.....Verde
- Prohibición.....Rojo
- Advertencias de peligros o riesgos.....Amarillo
- Obligación.....Celeste

Las figuras 72, 73, 74 y figura 75 son ejemplo de cada una de las señales que se realizaron:

Figura 72. **Condición segura**



Fuente: oficinas BEPRESA.

Figura 73. **Prohibición**



Fuente: planta BEPRESA.

Figura 74. **Peligros o riesgos**



Fuente: planta BEPRESA.

Figura 75. **Obligación**

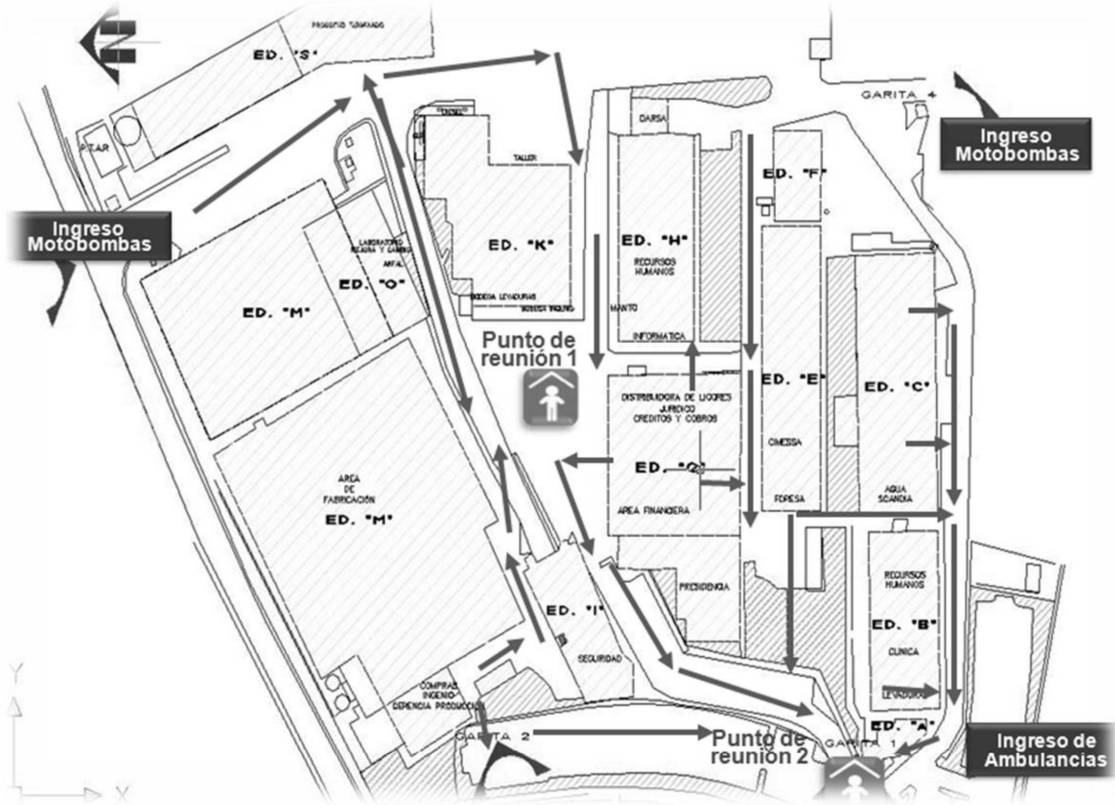


Fuente: planta BEPRESA.

### 3.2.4. **Identificar rutas de evacuación**

Con las respectivas oportunidades de mejoras señaladas anteriormente y analizando las posibles soluciones, el plano de la ruta de evacuación quedará de la siguiente forma (ver figura 76):

Figura 76. Ruta de evacuación



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

Se eliminó tres de cuatro riesgos potenciales en la ruta de evacuación existente (área de succión, tablero electrónico, puerta giratoria), el cuarto riesgo potencial que es el de la ruta que se encuentra bloqueada por la permanencia de camiones para carga y descarga, no fue posible mitigar ni tampoco eliminar por razones de infraestructura del complejo y procesos de carga y descarga.

### 3.2.5. Identificar lugares seguros

Para definir un espacio como lugar seguro, para un plan de evacuación en caso de sismos, los dividimos en tres:

- Lugar seguro antes de un sismo
- Lugar seguro durante un sismo
- Lugar seguro después de un sismo

Lugar seguro antes de un sismo: el lugar seguro antes de un sismo se define como la creación de un lugar seguro para la reducción de daños.

Los puntos importantes para la prevención son los siguientes

- Asegurar todo tipo de objetos que en caso de un movimiento telúrico tiendan a caer.
- Observar el área en la cual se encuentra y recordar la ruta de evacuación o bien siga la señalización para llevar a cabo la evacuación.
- Ubique el área de botiquín.
- Tenga ubicados los lugares más seguros de la infraestructura.

Algunos de los consejos gráficos son los siguientes (ver figura 77):

Figura 77. **Antes de un sismo**



Identifica lugares seguros en cada habitación. Los marcos de puerta no son lugares seguros.

Guarda un equipo de suministros de emergencia en un lugar de fácil acceso y manténlo actualizado.



Infórmate sobre los planes de contingencia

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

Lugar seguro durante un sismo: el lugar seguro durante un sismo se define como el lugar para el resguardo o protección en caso de caída de objetos o en caso de alta gravedad caída de la infraestructura.

Para la creación de un lugar seguro durante un sismo se recomienda lo siguiente:

- Conservar la calma y evite correr.
- No utilices las escaleras. El entrar o salir del edificio durante un sismo sólo aumenta el riesgo de accidentes.
- Alejarse de las ventanas u objetos colgantes.
- Alejarse de cables de electricidad.

Algunos de los consejos gráficos son los siguientes (ver figura 78):

Figura 78. **Durante un sismo**



Fuente: elaboración propia, con programa Word.

Lugar seguro después de un sismo: el lugar seguro después de un sismo se define como la creación de un escenario de calma, cautela e inspección de daños ocasionados por el sismo ya que estos se convierten en riesgos y peligros para las personas alrededor de ellos.

Las recomendaciones a seguir son las siguientes:

- Salir del refugio con calma.
- Ubicar el área en la que se encuentra.
- Seguir la ruta más limpia de posibles peligros.
- Dirigirse al punto de reunión .
- Hacer recuento de las personas presentes en el momento del sismo.
- Apoyar en el auxilio de personas heridas si y solo si está seguro de no ocasionar más daños en caso de su intervención.

Algunos de los consejos gráficos son los siguientes (ver figura 79):

Figura 79. **Después de un sismo**



Fuente: elaboración propia, con programa Word.

### 3.3. Descripción de funciones del responsable

La descripción de las funciones de responsable es importante en cualquier tipo de actividad, ya que la principal herramienta para el buen funcionamiento de una actividad en conjunto es la definición de las funciones del elemento humano de cualquier organización, para optimizar cualquier actividad eventual de evacuación.

#### 3.3.1. Funciones del responsable del plan

Las funciones del responsable del plan de evacuación es el siguiente (ver figura 80):

Figura 80. Responsable del plan



- Asumirá el mando máximo de la emergencia
- Tomará las decisiones oportunas en función de la información facilitada por su propia información o coordinadores del plan
- Declarará en caso de no ser simulacro, si la evacuación requiere, la emergencia, decidiendo si procediera la evacuación total o parcial.
- Coordinará las acciones enviando al área afectada las ayudas internas disponibles
- Recabará las ayudas externas necesarias, para el control del suceso, ordenará el recuento y posibles rescates
- Cuando la situación de emergencia este controlada, y de acuerdo con la información de sus coordinadores, dará la señal de vuelta a las instalaciones
- En caso de necesidad, elaborará el informe para facilitar a los organismos externos, sobre la situación y consecuencias de la emergencia.

Fuente: elaboración propia.



Todas las acciones tomadas, y la información recabada por los coordinadores deberán unificarla en un solo informe con el fin de generar su propia retroalimentación para darle seguimiento y mejora al plan de evacuación.

### 3.3.2. Funciones del coordinador del plan

Las funciones del coordinador son las siguientes (ver figura 81):

Figura 81. **Coordinador del plan**



- Informar la propuesta del Plan de Emergencias y Evacuación o de su modificación.
- Supervisar y coordinar el desarrollo de las actuaciones ante cualquier emergencia real o simulada.
- Controlar el tiempo de evacuación total de la planta.
- Evaluar los simulacros de evacuación y el Plan, teniendo en cuenta para ello: la participación y colaboración del todo el personal, la capacidad de las vías de evacuación, el orden y la rapidez en la ejecución y el funcionamiento de los dispositivos de seguridad.

Fuente: elaboración propia.

Al finalizar estas actividades el coordinador deberá recopilar la información y documentarla para la retroalimentación.

### **3.3.3. Definición de puestos**

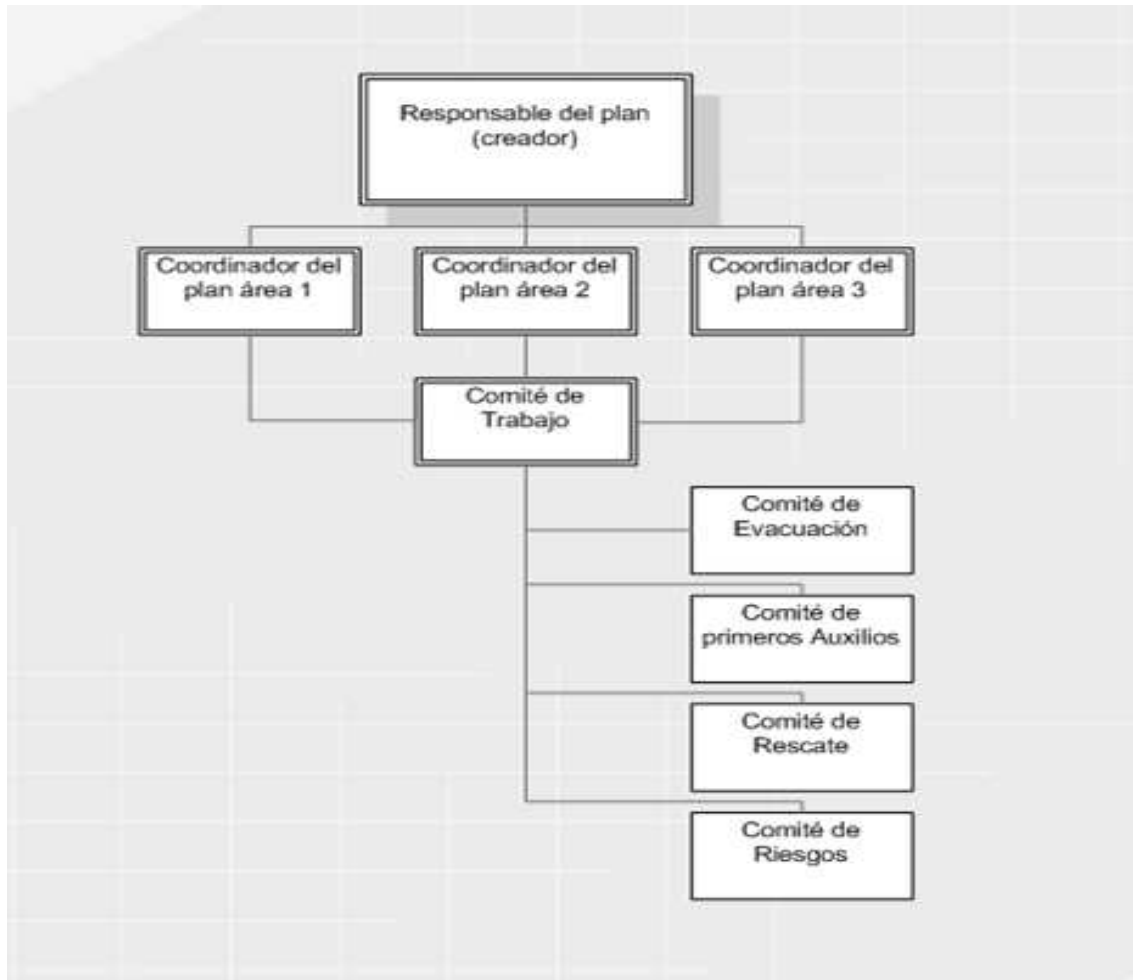
La definición de los puestos es necesaria para la organización, ya que de allí depende la coordinación, y el cumplimiento del objetivo del plan de contingencia.

Para la organización del plan de evacuación se definen los puestos responsables que lleven a cabo dicho plan, los puestos necesarios y registrados en el plan de evacuación son: responsable del plan, coordinador del plan y un comité de trabajo.

De los puestos de trabajo mencionados ya se definieron los primeros dos, que es el responsable y el coordinador, ahora bien, el comité de trabajo está conformado por varias ramas las cuales son: evacuación, primeros auxilios, rescate y riesgos.

El organigrama a continuación presentado corresponde a los puestos definidos para el desarrollo de una evacuación eficiente (ver figura 82).

Figura 82. **Definición de puestos**



Fuente: elaboración propia.

### 3.3.4. **Definición de funciones de puestos**

El organigrama del plan de evacuación está dividido en tres áreas, las cuales podemos definir como: responsable directo, coordinación y comité de trabajo.

En esta área se definirá las funciones específicas de cada uno de los puestos mostrados en el organigrama.

Figura 83. **Responsable del plan**



- Asumirá el mando máximo de la emergencia
- Tomará las decisiones oportunas en función de la información facilitada por su propia información o coordinadores del plan
- Declarará en caso de no ser simulacro, si la evacuación requiere, la emergencia, decidiendo si procediera la evacuación total o parcial.
- Coordinará las acciones enviando al área afectada las ayudas internas disponibles
- Recabará las ayudas externas necesarias, para el control del suceso, ordenará el recuento y posibles rescates
- Cuando la situación de emergencia este controlada, y de acuerdo con la información de sus coordinadores, dará la señal de vuelta a las instalaciones
- En caso de necesidad, elaborará el informe para facilitar a los organismos externos, sobre la situación y consecuencias de la emergencia.

Fuente: elaboración propia.

Figura 84. **Coordinador del plan**



- Informar la propuesta del Plan de Emergencias y Evacuación o de su modificación.
- Supervisar y coordinar el desarrollo de las actuaciones ante cualquier emergencia real o simulada.
- Controlar el tiempo de evacuación total de la planta.
- Evaluar los simulacros de evacuación y el Plan, teniendo en cuenta para ello: la participación y colaboración del todo el personal, la capacidad de las vías de evacuación, el orden y la rapidez en la ejecución y el funcionamiento de los dispositivos de seguridad.

Fuente: elaboración propia.

Figura 85. **Comité de evacuación**



- Velar por el buen estado de las señales de evacuación
- Revisar que las rutas de evacuación se encuentren despejadas
- Analizar las oportunidades de mejora en lo que a rutas y señalización se refiere
- Marcar los riesgos por acciones y actos inseguros en la planta

Fuente: Elaboración propia.

Figura 86. **Comité de primeros auxilios**



- Capacitarse periódicamente
- Velar por la existencia de medicamento en los botiquines
- Revisar el estado de camillas
- Crear un plan alternativo, para la atención a los auxiliados
- Conocimiento de la aplicación y uso de medicamentos de primeros auxilios
- Uso adecuado de instrumentos y equipo de primeros auxilios

Fuente: elaboración propia.

Figura 87. **Comité de rescate**



- Poseer el equipo de protección personal que se adecue a cualquiera de las emergencias existentes
- Tener el conocimiento y la capacitación necesaria de rescate
- Trabajar de la mano y coordinado con el comité de primeros auxilios
- Tener conocimiento del complejo y su calidad de infraestructura
- Conocer las zonas de riesgo en el complejo
- Tener conocimiento de los distintos tipos de extintores para su correcta aplicación
- Trabajar en coordinación con el comité de riesgos

Fuente: elaboración propia.

Figura 88. **Comité de riesgos**



- Poseer el equipo de protección personal necesario para cualquier eventualidad
- Conocer el complejo y sus zonas de riesgo
- Ser el informante primario del comité de rescate
- Señalar las zonas de riesgo después de un siniestro

Fuente: elaboración propia.

### **3.3.5. Comités de trabajo**

El Comité de Trabajo es un grupo de colaboradores de la misma empresa con aptitud para el desempeño de las funciones que ejerce cada uno de los integrantes de los diferentes comités que lo componen.

Es un grupo de colaboradores capacitados constantemente por especialistas de cada una de las áreas a tratar, cada uno de las capacitaciones a recibir es objetivo para la preparación inmediata de cada uno de los integrantes.

Los integrantes de los comités son integrantes por iniciativa propia, esto para el mejor desempeño del mismo en cada una de las responsabilidades que conlleva.

El número de los integrantes de un comité está a criterio de la institución, de los responsables y de las necesidades que se presenten a lo largo de la planificación y organización.

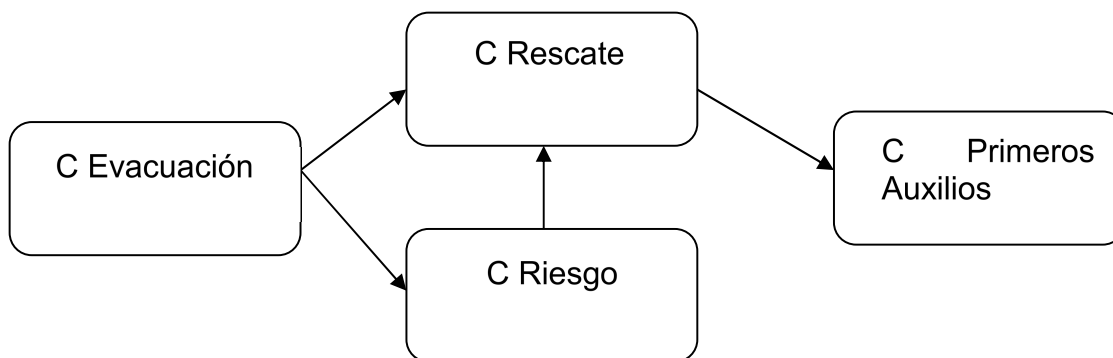
### 3.3.5.1. Descripción

Cada una de las ramas por las cuales está formado el comité de trabajo tiene ciertas descripciones que hacen que uno dependa del otro o bien que sean totalmente independientes uno del otro.

En el caso de BEPRESA las ramas del comité de trabajo se enlazan una con otra o dicho en otras palabras se relacionan o complementan.

La relación de las ramas es la siguiente:

Figura 89. Descripción de dependencia



Fuente: elaboración propia.

La descripción general del funcionamiento del comité de trabajo es la siguiente: el comité de evacuación alimenta al comité de riesgos y al comité de rescate, el comité de riesgos alimenta al comité de rescate y el comité de rescate alimenta al comité de primeros auxilios.



### **3.3.5.2. Propósito**

El propósito principal del comité es generarle al colaborador no solo la sensación de seguridad, sino que efectivamente la seguridad del colaborador en caso de una emergencia de tipo sísmica o bien de cualquier otra naturaleza garantizando el bienestar de cada uno de los colaboradores.

### **3.3.5.3. Composición**

La composición son los grupos en los cuales se encuentra conformado el comité.

El Comité de Trabajo está compuesto por:

- Comité de Evacuación
- Comité de Primeros auxilios
- Comité de Rescate
- Comité de Riesgos

Cada uno de estos comités deben de estar integrados por un responsable, por un coordinador de comité y el número de integrantes restantes, dependerá del coordinador y del responsable del comité.

### **3.3.5.4. Función general del comite**

Las funciones generales del Comité de Trabajo en caso de una emergencia sísmica son las presentadas en la figura 90:

Figura 90. **Función general del comité**



- Guiar a las personas por las rutas de evacuación, hasta la zona de seguridad.
- Apoyar en las incidencias presentadas durante la evacuación del edificio.
- Reportar al coordinador de comité.
- Guardar la calma en todo momento.
- Tomar el control de la situación.
- Coordinar la salida de las personas que se ubiquen en el área correspondiente, indicándoles la ruta de evacuación que conduzca a la zona de seguridad más próxima.
- Indicar constantemente a las personas que NO CORRAN, NO GRITEN y NO EMPUJEN.
- Al llegar a la zona de seguridad, mantener al grupo unido y verificar el estado físico y emocional de las personas.
- Definir la necesidad de ayuda exterior.
- Auxiliar a las personas con daños físicos o emocionales.

Fuente: elaboración propia.

### **3.4. Activación del plan y alerta**

Propósito último del plan de emergencia es la creación en los ocupantes del complejo de hábitos de autoprotección. Los simulacros de evacuación se encuadran dentro de las previsiones de este plan, dirigidos a desarrollar el contenido del plan de evacuación a través de la práctica y el entrenamiento.

Para la activación del plan de evacuación se requiere informar a todos los colaboradores del complejo, con el fin de que estén informados y que tengan clara la importancia y seriedad del simulacro a realizar.

Las características de la alerta a utilizar dependen de la maquinaria utilizada en la empresa; la única característica importante de la alarma es que debe de ser diferente a todos los sonidos escuchados cotidianamente en la empresa por el personal.

Para la activación de la alerta de evacuación en un caso real debe de considerarse varios factores, como por ejemplo:

- ¿Qué tipo de alerta temprana se ha recibido o indagado.?
- ¿Qué riesgo corren las instalaciones.?
- El tipo de evacuación que requiere el caso si es total o parcial.

Tomando en cuenta estos factores se debe de indagar para estar preparados y prevenidos en caso de emergencia, por la seguridad de la vida humana.

#### **3.4.1. Sistema de alerta temprana**

El Sistema de Alerta Temprana para Centroamérica (SATCA), tiene como propósito fundamental fortalecer la capacidad de anticipar posibles amenazas naturales en Centroamérica para mejorar la preparación, mitigación y respuesta humanitaria. Con este propósito, SATCA fortalece los sistemas de alerta temprana en la región centroamericana a través de una plataforma Web regional dedicado al monitoreo de posibles amenazas naturales.

La iniciativa busca integrar toda la información en alerta temprana disponible, con el fin de ponerla a la disposición de quienes más lo necesitan. Esto incluye información que proviene de múltiples fuentes en la región y en el exterior, incluyendo las instituciones científicas responsables del monitoreo de amenazas hidrometeorológicas y geológicas en los países de la región así como también las instituciones científicas en el exterior que contribuyen de manera complementaria su monitoreo, datos y tecnología.

SATCAweb presenta la alerta temprana en una misma plataforma Web para facilitar el acceso rápido y eficiente por parte de las instituciones que son responsables de la prevención, preparación, planificación y respuesta humanitaria (gobiernos, donantes, agencias del Sistema de Naciones Unidas, ONGs nacionales e internacionales). En este sentido, la plataforma Web servirá como filtro y a la vez como punto de acceso para la información de alerta temprana a nivel regional.

El objetivo final de uso de SATCAweb es mitigar y reducir el impacto de los desastres naturales sobre el complejo.

### **3.4.2. Sistema de alerta**

Para fin del plan de evacuación se utilizó el sistema de alarma de incendios existente en la planta.

Cabe mencionar que existen sistemas de alerta para sismos, pero, el costo es muy elevado.

Tomando en cuenta que las vidas humanas no tienen precio se recomienda la compra de un sistema para alerta temprana para sismos.

La descripción sería la siguiente (ver figura 91):

Figura 91. **Sistema de alerta**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

Su principio de funcionamiento está basado en péndulos, acelerómetros y circuitos electrónicos con información de ondas sísmicas reales.

Es sensible exclusivamente a los movimientos sísmicos y no se activará con otros movimientos o ruidos ambientales percibidos por el aparato (tránsito, caída de objetos pesados, ruido, puertas al cerrarse, etc.).

Detecta sismos provenientes de epicentros a 360 grados y provee una alarma auditiva solo en el caso de detectar sismos de riesgo. No da falsas alarmas.

Las señales del dispositivo EQ, pueden ser utilizadas para controlar otros dispositivos electrónicos, como el cierre de ductos de gas, productos químicos, paro de elevadores en piso, paro de maquinaria pesada, interrupción de electricidad, etc.

### **3.4.3. Criterios de activación**

El criterio de activación lo manejará el responsable del plan, más la ejecución de activación la llevará a cabo el coordinador de área responsable.

Tomando en cuenta este proceso, es necesario aclarar que el responsable del plan de evacuación da los lineamientos para que el coordinador de área sea el responsable completo según su criterio al momento de activar la alarma.

### **3.4.4. Interpretación de los niveles de alerta**

Es de suma importancia que el colaborador del complejo este enterado del tipo de alerta que se utilizará en caso de emergencia, por eso es prioridad difundir en el complejo el tipo de alerta que se utilizará.

La interpretación de la alerta para la evacuación será la siguiente:

- pulso de 0,5 segundos
- pausa de 0,5 segundos
- pulso de 0,5 segundos
- pausa de 0,5 segundos
- pulso de 0,5 segundos
- pausa de 1,5
- repetir la secuencia

Al momento que el colaborador escuche este tipo de alarma procederá a buscar refugio en un lugar seguro en caso que ya sea tarde para retirarse del edificio a los puntos de reunión.

El colaborador deberá de tener en cuenta y claro que el procedimiento de emergencia es para salvaguardar la vida de cada una de las personas que se encuentran en el interior del complejo y para efecto del éxito de una evacuación deberán de seguir paso a paso cada una de las indicaciones de las personas responsables de la seguridad del complejo.





#### **4. FASE DE DOCENCIA (CAPACITACIÓN DE PERSONAL SOBRE PLAN DE CONTINGENCIA, OPERACIÓN DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y DEBILIDADES OPERACIONALES EXISTENTES)**

La docencia se inscribe dentro del campo educativo como actividad que promueve conocimientos, que sitúa al docente como factor especial, tanto con referencia a los conocimientos mismos, como con respecto a las condiciones específicas en que éstos son producidos.

De ahí la importancia de establecer un puente intercomunicador entre teoría del conocimiento y enseñanza. La teoría del conocimiento tiene una función muy importante en la enseñanza; en la medida en que ponga sobre la mesa de discusión los problemas inherentes a la construcción del conocimiento que se transmite.

Partiendo de este punto se ve la necesidad tanto para la retroalimentación del funcionamiento, descubrimiento de oportunidades de mejoras e implementaciones, como para la mejora del perfil del colaborador reforzando sus debilidades operativas y conocimientos generales.

##### **4.1. Planificar reuniones**

El planificar se convierte en una estrategia para una buena comunicación, y así lograr los objetivos que se buscan con la mejor eficiencia posible.

La planificación de reuniones en este caso se convirtió en una parte muy importante para la elaboración del proyecto ya que el sistema de planificación de producción es en serie o bien continúa.

La planificación de las reuniones se basa en el análisis de la demanda programada para la semana o bien para el mes, tomando en cuenta así que existe un número considerable de pedidos de alto volumen que hace cambiar los acuerdos y fechas programadas; es acá donde se hace importante la planificación de reuniones porque a pesar de los imprevistos ya se tiene un acuerdo de las acciones alternas que se tomarían.

El libro de Excel trabajado para la planificación de las reuniones se muestra en la figura 92.

Figura 92. **Planificación de capacitaciones**

<u>Planificación de Capacitaciones EPS</u>				
Ubicación:	Industrias Licoreras de Guatemala		Fecha:	26-feb-10
Ubicación:	Salón de Capacitaciones Bepresa			
<b>Capacitación</b>	<b>Fecha Primaria</b>	<b>Fecha Secundaria</b>	<b>Fecha Ultima</b>	
Funcionamiento del sistema de aprovechamiento de agua	03/08/2010	06/08/2010	27/09/2010	
Plan de Evacuación	06/08/2010	10/08/2010	28/09/2010	
Cultura de seguridad e higiene industrial	10/08/2010	15/09/2010	29/09/2010	
Observacione: Todas las capacitaciones tienen un número de operarios de 15 como máximo				
RRHH:	Gerente de Planta:			
<b>Funcionamiento del sistema de aprovechamiento de agua</b>				
La capacitación consiste en explicar al personal involucrado en el cambio, el uso que se le dará al agua y la forma en que será trasegada a los aljibes, ubicación e importancia del proyecto a implementar				
<b>Plan de Evacuación</b>				
La capacitación consiste en dar a conocer la nueva ruta de evacuación y las señalizaciones por color y tipo, reforzando conocimientos básicos en el operador				
<b>Cultura de seguridad e higiene industrial</b>				
La capacitación consiste en mostrar las debilidades de la planta para concientizar al operador en su auto protección y limpieza que debe de manejar en su área de trabajo				
Gilberto Rivera				

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.1. Documentación de propuestas**

Las propuestas de las capacitaciones a continuación presentadas, fueron las que se llevaron a cabo tanto para el reforzamiento del colaborador como para la retroalimentación y evaluación de las condiciones de seguridad.

- Capacitación de 5´s
  - Aplicable para todo el personal
- Curso de Ergonomía General
  - Aplicable a todo tipo de personal
- Curso de seguridad ocupacional
  - Para la autoprotección
- Capacitación de evacuación
  - Información de rutas de evacuación
- Funcionamiento del sistema de aprovechamiento de agua

Entre otras de las capacitaciones que se llevaron a cabo fueron:

- Paquetes de Microsoft office
- Win QSB
- Paquetes de Open Office
- Auto cad

#### **4.2. Programación de capacitaciones**

En el listado presentado a continuación se muestran las fechas en las que se llevaron a cabo las capacitaciones y se presentaran en los siguientes numerales las herramientas que se utilizaron para cada una de ellas (ver figura 93).

Figura 93. Programación de capacitaciones



Fuente: elaboración propia.

Las capacitaciones no programadas pero impartidas en tiempos fuera de turno de los trabajadores o en horarios fuera de la jornada laboral son:

- Paquetes de *Microsoft office*
- Win QSB
- Paquetes de Open Office
- Auto cad

#### 4.2.1. Funcionamiento del sistema de aprovechamiento de agua

Para la capacitación del funcionamiento del sistema de aprovechamiento de agua fue necesaria la programación de una reunión objetiva con el personal de mantenimiento en el cual las herramientas para la presentación prudente de resultados fueron:

- Corridas históricas de la eficiencia de la ósmosis inversa
- Corridas de producción diaria y por turnos
- Gasto energético
- Extracción de agua en los pozos de abastecimiento
- Comparación de aguas involucradas en el proceso

#### **4.2.2. Reforzamiento en distintas debilidades del personal**

Para el reforzamiento de las distintas debilidades se llevó a cabo una charla informativa para el cual fue necesaria la siguiente información:

- Evidencia de situación actual
- Reforzamiento de los conocimientos de EPP y BPM'S
- Puntos críticos de control

#### **4.2.3. Plan de evacuación**

Para la capacitación del plan de evacuación se hicieron necesarias programar dos reuniones las cuales son las siguientes:

- Capacitación de 5's
- Charla informativa de rutas de evacuación y alertas de emergencia

Para las cuales las herramientas a utilizar fueron las siguientes:

- Capacitación de 5's
  - Presentación en la cual se desglosaron los siguientes términos:
    - Seiri (Separar)
    - Seiton (Ordenar)

- Seiso (Limpiar)
  - Seiketsu (Sistematizar)
  - Shituke (Autodisciplina)
- Charla informativa de rutas de evacuación y alertas de emergencia
  - Para esta fue necesaria recabar la información obtenida con las mejoras prudenciales y el trabajo de investigación realizado.

#### **4.2.4. Cultura de seguridad e higiene industrial**

Para la capacitación de seguridad e higiene industrial las herramientas fueron las siguientes:

- Material informativo ya dado con anterioridad a los colaboradores para reforzar los conocimientos ya adquiridos.
- Concientizar al colaborador que él es parte de la seguridad y salud de cada una de las personas en el complejo; a base de los lineamientos establecidos como reglamento en la empresa.

#### **4.3. Presentación de resultados**

Para la presentación de los resultados, teniendo claro que es una retroalimentación del trabajo, se realizó un examen teórico y práctico el cual se explicara a detalle en los siguientes incisos.

### 4.3.1. Examen teórico

El fin principal del examen teórico es convencer al capacitador que los resultados obtenidos, cumplen con los objetivos planteados al inicio de cada una de las actividades realizadas.

El examen teórico planteado en la capacitación de seguridad ocupacional es el siguiente (ver figura 94):

Figura 94. Examen teórico



#### *Seguridad Ocupacional*

---

*Capacitador: Gilberto Estuardo Rivera Salguero*

1. ¿Qué hacer antes de un sismo?
2. ¿Qué hacer durante un sismo?
3. ¿Qué hacer después de un sismo?
4. ¿Qué es un riesgo?
5. ¿Qué es una condición insegura?
6. ¿Qué es un acto inseguro?
7. ¿Para qué nos sirve la ruta de evacuación?
8. ¿Cuáles son los puntos de reunión?
9. ¿Qué herramientas son necesarias para estar preparado para una emergencia?
10. ¿A quién debemos abocarnos después de un sismo?

Fuente: elaboración propia.

El examen teórico en la capacitación y charla informativa de ruta de evacuación y alertas de emergencia se llevó a cabo con otra metodología expulsando así otro tipo de resultados, siendo la metodología la siguiente:

- Se entregó una hoja de papel a cada una de las personas a la mitad de la capacitación y se les pidió, con el fin de retroalimentar las condiciones y actos inseguros, colocar en la hoja de papel la respuesta a estas tres preguntas:
  - Características importantes para llevar a cabo la evacuación
  - Condiciones de su área de trabajo
  - Actos inseguros que identifica en su área de trabajo

Algunos de los resultados obtenidos en este examen se muestran en las figuras 2, 3, 4 y figura 5 del apéndice.

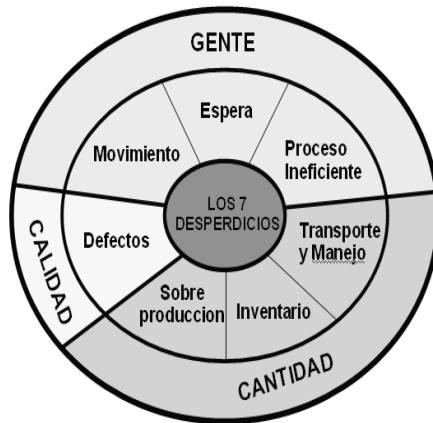
#### **4.3.2. Examen práctico**

El examen práctico realizado a los colaboradores se basó la herramienta denominada como caminata muda, en la cual ponían en práctica lo aprendido en la capacitación y realizando observaciones a cada uno de los aspectos observados.

El material proporcionado en cada una de las caminatas mudas fue el siguiente (ver figura 95):



Figura 95. Examen práctico



Fuente: elaboración propia, con programa Word.



## CONCLUSIONES

1. Se redujo el desperdicio del agua al implementar la tubería para trasegar el agua a los aljibes de distribución a servicios.
2. Al reducir el volumen de extracción en el pozo, se redujo el gasto energético para la planta BEPRESA.
3. Al trasegar el agua residual a los aljibes de distribución de agua para servicios, se disminuyó el volumen de agua extraída en pozos de servicios.
4. Con una constante alimentación de fluido hídrico a los aljibes de distribución de agua a los servicios, se garantiza el constante aprovisionamiento de agua al complejo.
5. Con el plan de evacuación en caso de emergencia ante sismos o escenario derivado del mismo, se dio el conocimiento al operador de las acciones a tomar en caso del mismo; con la creación de comités de rescate se aumentó la capacidad de atender una emergencia lo que aumenta la seguridad del operador.
6. Con las capacitaciones se reforzaron los conocimientos básicos en actos y acciones que se deben de tomar, para la seguridad ocupacional y laboral, logrando así un mejor perfil del operario.

7. Al promover los comités de rescate, primeros auxilios, evacuación y riesgos se genera más conciencia de mantener una condición segura en las áreas de trabajo.
8. Las capacitaciones impartidas a los supervisores le dan un valor agregado ya que se concientiza y se generan mejores resultados a la labor desempeñado en su área de trabajo.
9. La señalización implementada, las modificaciones a la ruta de evacuación, la eliminación de zonas riesgosas y la capacitación para la evacuación, fueron herramientas claves para la coordinación exitosa del plan de contingencia y simulacros realizados posteriormente.

## RECOMENDACIONES

1. Al área de recursos humanos, elevar el nivel de preparación de los supervisores de área con el fin de generar calidad en el desempeño de sus labores.
2. Para el jefe de seguridad industrial del complejo, un plan de seguimiento para resguardar las condiciones de seguridad ocupacional y expandirlas por el complejo.
3. Se recomienda al jefe de mantenimiento, crear un sistema de reuniones objetivas para darle soluciones permanentes a los problemas.
4. Observaciones al jefe de mantenimiento, implementar una semana entre cada mantenimiento para la ósmosis inversa, para no incurrir en gastos elevados al momento de la reparación.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Comisión Guatemalteca de Normas Ministerio de Economía, COGUANOR NGO 29 001:99: *Revisión del agua potable*. Guatemala.
2. CREUS SOLE, Antonio. *Fiabilidad y seguridad*. 3a ed. Barcelona: Marcombo, 1991. # p.
3. GOMEZ BRAVO, Oscar. *Contabilidad de Costos*. Bogota: McGraw - Hill, 2005. 520 p.
4. GUERRERO Espínola, Alba Maritza. *Formulación y evaluación de proyectos*. 2005
5. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo: *Manual y cuestionario: Identificación y prevención del riesgo en espacios confinados*. Guatemala: INSHT, sf. # 250p.
6. NIEBEL, Benjamin; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 10a ed. México: Alfaomega, 2001. 728 p.
7. PERDOMO SALGUERO, Mario Leonel. *Costos de producción*. Guatemala: ECAIYA, 1999. 145 p.

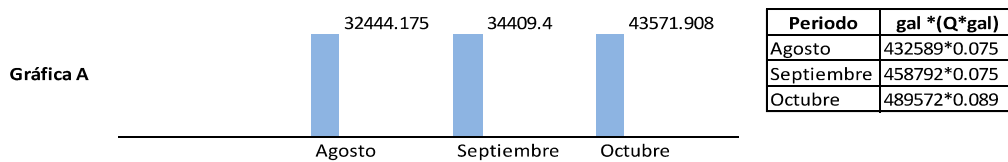
8. TAJADURA ZAPIRAIN, José Antonio; LÓPEZ FERNÁNDEZ, Javier.  
*Autocad 2008 Avanzado*. España: McGraw - Hill, 2008. 439 p.



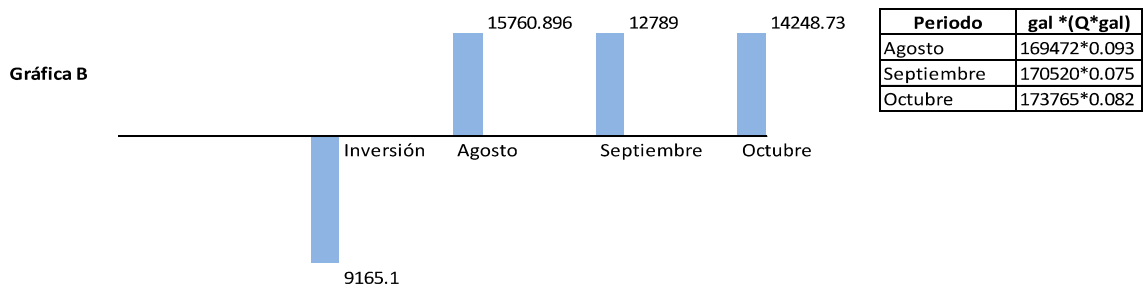
# APÉNDICE

Figura 1. Cálculo de VPN

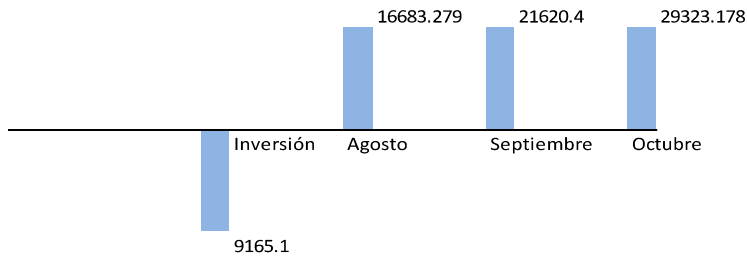
Costo de extracción sin implementación



Costo de extracción con Implementación



Costo Gráfica A - Grafica B



Periodo	operación
Agosto	Gráfica A - Gráfica B
Septiembre	Gráfica A - Gráfica B
Octubre	Gráfica A - Gráfica B

$$VPN = -I + \frac{F}{(1+i)^n}$$

I= inversión inicial

F= mensualidades

i= tasa de inflación

n= numero de periodos

$$VPN = -9165.1 + \frac{16683.28}{(1+0.07)^1} + \frac{21620.4}{(1+0.07)^2} + \frac{29323.18}{(1+0.07)^3}$$

$$VPN = 49247$$

Como VPN > 0 el proyecto da ahorro

Figura 2. Resultados del examen teórico

- Alarma
- Conocer la Ruta de Evacuación.
- Mantener la calma.
- Que las salidas estén Rotuladas.
- Contar con guías Para la evacuación
  
- Que el Paso este Libre.
- Buena señalización y que no estén obstruidas
- Contar con guías capacitados Para la Evacuación.
- 

Figura 3. Resultados del examen teórico

- 1) obedecer la alarma
- 2) Mantener el Orden a la hora de evacuar
- 3) Rotular la Salida de Emergencia
- 4) Mantener el Orden en el area
- 5) Instalar Extintores.

Figura 4. Resultados del examen teórico

- \* Cosas importantes para evacuar.
- 1. PLAN DE EVACUACIÓN.
- 2. Rutas de evacuación bien identificadas y libres de obstáculos.
- 3. BRIGADA DE EMERGENCIA.
- \* CARACTERÍSTICAS PARA EVACUAR LIBREMENTE DEL ÁREA DE TRABAJO.
- 1. Rutas de evacuación Libres.
- 2. ORDEN Y Limpieza.
- 3.

Figura 5. Resultados del examen teórico

- \* Encomendarse a Dios
- SEGUIR INSTRUCCIONES
- SALIR ORDENALAMENTE
- CONTROLAR EMOCIONES

---

- CARACTERÍSTICAS
- RUTA ESPECÍFICA DE EVACUACIÓN
- ORDENAR
- SEÑALIZAR
- (CALENTADOR AGUA)

