



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

**ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO
A UN FILTRO ARTESANAL DE AGUA**

Kevin Roberto Daniel López Méndez

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, octubre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO
A UN FILTRO ARTESANAL DE AGUA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

KEVIN ROBERTO DANIEL LÓPEZ MÉNDEZ

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
EXAMINADOR	Ing. Alex Suntecún Castellanos
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO A UN FILTRO ARTESANAL DE AGUA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha febrero de 2015.

Kevin Roberto Daniel López Méndez

Guatemala 11 Agosto de 2015

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela Mecánica Industrial
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Urquizú:

Por este medio hago constar que revisé y aprobé el trabajo de graduación titulado **ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO A UN FILTRO ARTESANAL DE AGUA**, elaborado por el estudiante Kevin Roberto Daniel López Méndez, con carné 2010-20137, previo obtener el título de Ingeniero Mecánico Industrial.

Considero que llena satisfactoriamente los requisitos establecidos por el reglamento de trabajos de graduación de la facultad de ingeniería, por lo que recomiendo su aprobación.

Agradeciendo su atención a la presente, me es grato suscribirme,

Atentamente,



Carlos Humberto Pérez Rodríguez
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Colegiado No. 3071
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.138.015

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO A UN FILTRO ARTESANAL DE AGUA**, presentado por el estudiante universitario **Kevin Roberto Daniel López Méndez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

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



Guatemala, septiembre de 2015.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

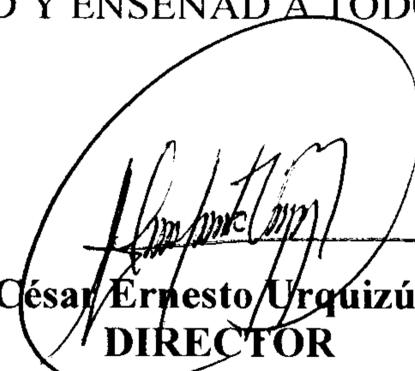


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.180.015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación **ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO A UN FILTRO ARTESANAL DE AGUA**, presentado por el estudiante universitario **Kevin Roberto Daniel López Méndez**, 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



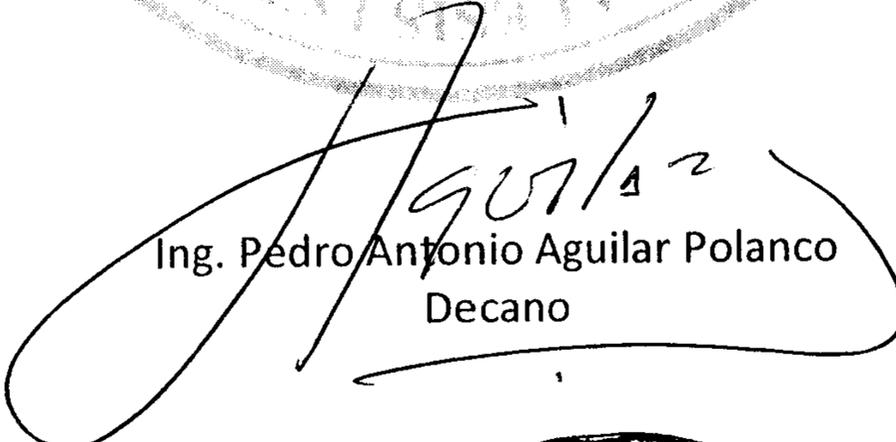
Guatemala, octubre de 2015.

/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: **ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO A UN FILTRO ARTESANAL DE AGUA**, presentado por el estudiante universitario: **Kevin Roberto Daniel López Méndez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2015

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme fuerzas en cada momento en el que me sentí fracasado y derrotado, enseñándome que no importa lo que estés pasando, la última palabra la tiene Él. “Clama a mí, y yo te responderé, y te enseñaré cosas grandes y ocultas que tú no conoces”.

Mi madre

Hania Emilia Méndez Leal, por ser mi fuente de motivación y apoyarme incondicionalmente cada día; sin ti esto no fuera posible. Gracias por ser mi inspiración y hoy puedo decir: si se pudo, tus esfuerzos valieron la pena. Te amo mamá.

Mi padre

Stuardo López, eres y serás el mejor ingeniero que conozco, gracias por haberme bendecido con tu ayuda cuándo no sabía qué hacer con mi proyecto.

Mi hermano

Ing. Stuardo Andrés López Méndez, vos me enseñaste que no importa cuántas veces caiga, siempre me levantaré con más fuerzas. Eres el mejor ejemplo de vida que Dios me pudo dar.

Mis hermanas

Emily Andrea y Hania Esther López Méndez, ustedes han sido siempre especiales conmigo; cada una a su manera. Las quiero mucho.

Mi cuñado

Ing. Estuardo Morales, por enseñarme sobre la fe y perseverancia, que no importando lo que emprendas, siempre encomienda tus obras al Señor para que tus propósitos sean afianzados.

Mis amigos

Zahachary Solis, Fernando Pineda, Edgar Ramos, Herbet Reyes, André Juárez, Daniel Ramírez y Erick Pérez, gracias por su apoyo durante mi formación académica, por todas las veces que estudiamos juntos, no lo olvidaré jamás.

Mi asesor

Ing. Carlos Humberto Pérez, sin usted esto no fuera posible, agradezco infinitamente el tiempo invertido por ayudarme a cumplir mi sueño de ser ingeniero, ahora los considero más que un amigo.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Eres el creador y el principio de sabiduría, sin ti esto no fuera posible. Eres la fuente de vida eterna.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la mejor casa de estudios, en la que pude formarme como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por haberme brindado los mejores catedráticos y poder aprender de ellos su conocimiento.
Mi asesor	Gracias por toda la ayuda brindada para la realización de mi trabajo de graduación. Que Dios derrame bendiciones abundantes en su vida y familia.
Mis compañeros y amigos	Gracias por haber emprendido esta aventura conmigo y ser como mi familia, les deseo éxitos en sus carreras profesionales.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ESTUDIO DE MERCADO	1
1.1. Definición del producto	1
1.1.1. Características generales del producto	2
1.1.2. Importancia de agua purificada.....	3
1.2. Análisis de la demanda.....	4
1.2.1. Segmentación del mercado	4
1.2.2. Características del beneficiario.....	11
1.2.3. Comportamiento histórico de la demanda	11
1.2.4. Investigación de la demanda	12
1.2.4.1. Identificación del problema	12
1.2.4.2. Método de investigación	13
1.2.4.2.1. Diseño de encuesta.....	15
1.2.4.2.2. Muestreo.....	17
1.2.4.3. Tabulación de datos.....	17
1.2.4.4. Interpretación de resultados	23
1.2.5. Predicción de la demanda	30
1.3. Análisis de la oferta	35
1.3.1. Identificación de competidores	35

1.3.2.	Productos similares	37
1.3.3.	Productos sustitutos	39
1.4.	Análisis de proveedores	40
1.4.1.	Identificación de proveedores.....	40
1.4.2.	Proveedores de materia prima	41
1.4.3.	Proveedores de repuestos	42
1.5.	Análisis de precios	42
1.5.1.	Análisis de precios en el mercado del municipio de San Lucas	43
1.5.2.	Estimación de precio de venta	44
1.6.	Canales de distribución	45
1.6.1.	Identificación de los canales de distribución.....	45
1.6.2.	Ventajas y desventajas de los canales empleados.....	46
1.7.	Plan comercial y publicidad.....	47
1.7.1.	Desarrollo del plan comercial para canales mayoristas	47
1.7.2.	Descripción de la publicidad.....	49
2.	ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA	51
2.1.	Alcance del producto	51
2.2.	Consideraciones técnicas para su construcción.....	51
2.2.1.	Normas de calidad	52
2.2.2.	Requerimientos necesarios del sistema mecánico	53
2.2.3.	Usos del sistema	53
2.2.4.	Esquema gráfico preliminar	54
2.3.	Diseño del equipo.....	55
2.3.1.	Diseño de unidad funcional	56

	2.3.1.1.	Unidad de ingreso de agua sucia	56
	2.3.1.2.	Unidad de filtración	58
	2.3.1.3.	Unidad de agua purificada	59
	2.3.1.4.	Materiales utilizados	60
	2.3.1.5.	Características.....	61
	2.3.1.6.	Dimensiones	63
	2.3.1.7.	Diagramas de funcionamiento	65
2.4.		Construcción del prototipo	66
	2.4.1.	Registro de actividades para la construcción.....	66
	2.4.2.	Fotografía del equipo construido	68
2.5.		Pruebas	70
	2.5.1.	Resultados de pruebas.....	70
	2.5.2.	Interpretación de pruebas	74
2.6.		Plan de mantenimiento	75
	2.6.1.	Mantenimiento para las válvulas de flote.....	75
	2.6.2.	Mantenimiento para la unidad de filtración	76
2.7.		Departamento de Producción	77
	2.7.1.	Localización de la planta	77
		2.7.1.1. Localización	78
		2.7.1.2. Tamaño.....	79
		2.7.1.3. Distribución	79
	2.7.2.	Diagrama de operaciones del proceso	81
	2.7.3.	Servicios requeridos	83
	2.7.4.	Control de calidad.....	83
2.8.		Escala de producción mensual	84
	2.8.1.	Estudio de tiempos aproximados	84
3.		ESTUDIO ADMINISTRATIVO-LEGAL	85
	3.1.	Estructura organizacional	85

3.1.1.	Misión.....	85
3.1.2.	Visión.....	85
3.1.3.	Objetivos	86
3.1.4.	Valores	86
3.1.5.	Política de calidad	87
3.1.6.	Organigrama de la organización	87
3.2.	Aspectos legales	88
3.2.1.	Análisis de puestos de trabajo.....	88
3.2.2.	Reclutamiento y selección de personal	89
3.2.3.	Prestaciones legales	90
3.2.4.	Políticas laborales	91
3.2.5.	Patente del producto	91
3.2.6.	Marco legal.....	93
3.2.7.	Marco fiscal	95
3.3.	Regulaciones guatemaltecas de calidad del agua	97
4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	99
4.1.	Entidades involucradas	99
4.2.	Requisitos legales establecidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	100
4.2.1.	Evaluación ambiente inicial	100
4.2.2.	Diagnóstico ambiental de bajo impacto	101
4.3.	Descripción de los efectos ambientales	102
4.4.	Evaluación de los efectos ambientales	104
4.5.	Conclusiones y medidas de mitigación	106
5.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	109
5.1.	Determinación del costo total del proyecto.....	109
5.2.	Costos fijos.....	117

5.3.	Costos variables	117
5.4.	Punto de equilibrio	118
6.	ESTUDIO FINANCIERO	121
6.1.	Análisis financiero.....	121
6.1.1.	Evaluación por valor presente neto (VPN).....	124
6.1.2.	Estimación de la tasa interna de retorno (TIR)	125
6.1.3.	Análisis beneficio/costo	126
6.2.	Fuentes de financiamiento del proyecto	127
6.2.1.	Financiamiento propio	127
6.2.2.	Financiamiento por bancos.....	127
6.2.3.	Financiamiento mediante organizaciones no gubernamentales (ONG).....	129
6.2.4.	Elección de financiamiento	130
6.3.	Análisis de sensibilidad.....	130
6.4.	Decisión final del estudio	131
	CONCLUSIONES	133
	RECOMENDACIONES	135
	BIBLIOGRAFÍA	137
	APÉNDICES	139
	ANEXOS	143

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	República de Guatemala.....	5
2.	Departamento de Sacatepéquez.....	6
3.	Municipio de San Lucas Sacatepéquez	6
4.	Boleta de encuesta.....	16
5.	Gráfico integrantes por familia.....	23
6.	Gráfico suministro de agua durante el día.....	24
7.	Fuente de agua pura	25
8.	Razón de elección de agua pura.....	26
9.	Consumo de garrafones semanalmente	27
10.	Gráfica precio – familias.....	29
11.	Gráfica de interpolación polinomial	32
12.	Purificador de agua Rotoplas	37
13.	Filtro de agua a base de ozono American Ozone	38
14.	Purificador de agua luz ultravioleta	39
15.	Publicidad del equipo de purificación de agua	49
16.	Esquema preliminar del equipo de purificación de agua	54
17.	Vista frontal preliminar del equipo de purificación de agua	55
18.	Conexión al suministro de agua del lavatrastos	57
19.	Conexión al grifo	57
20.	Filtro artesanal.....	58
21.	Recipiente de polietileno de alta densidad	59
22.	Válvula de <i>Nylon</i> PA66 interior.....	63
23.	Válvula de <i>Nylon</i> PA66 exterior.....	64

24.	Diagrama de funcionamiento del equipo de purificación.....	65
25.	Vista perfil del equipo de purificación de agua.....	68
26.	Equipo de purificación de agua sin conexión	69
27.	Localización de la bodega.....	79
28.	Distribución de la planta industrial	80
29.	Diagrama de operación del proceso	82
30.	Organigrama de la organización	88

TABLAS

I.	Proyecciones de población, período 2010-2015.....	7
II.	Proyección poblacional para San Lucas Sacatepéquez, período 2013-2015.....	9
III.	Integrantes por familia	18
IV.	Suministro de agua durante el día	18
V.	Fuente de agua pura.....	19
VI.	Razón de elección de agua pura	19
VII.	Pago por el agua pura al mes	20
VIII.	Consumo de garrafones semanalmente	21
IX.	Incomodidades con el consumo de agua pura.....	21
X.	Precios y demanda	22
XI.	Precio y demanda por familia.....	29
XII.	Proyección de la demanda.....	35
XIII.	Precios de venta en San Lucas Sacatepéquez.....	43
XIV.	Registro de actividades para su construcción.....	67
XV.	Resultados de análisis físicoquímico antes de purificar	71
XVI.	Resultados de análisis físicoquímico después de purificar	72
XVII.	Resultados del análisis bacteriológico antes de purificar	73
XVIII.	Resultados del análisis bacteriológico después de purificar	74

XIX.	Distribución de áreas.....	81
XX.	Costos de registro de patente	92
XXI.	Costo por registro de marca	92
XXII.	Matriz de identificación ambiental	103
XXIII.	Matriz de evaluación ambiental	105
XXIV.	Costo de infraestructura	109
XXV.	Costo en mobiliario y vehículo.....	110
XXVI.	Costo de mano de obra.....	111
XXVII.	Costo de materia prima	112
XXVIII.	Costos administrativos	113
XXIX.	Costos legales.....	114
XXX.	Costo de distribución.....	115
XXXI.	Cálculo de depreciación	116
XXXII.	Inversión inicial del proyecto	116
XXXIII.	Costos fijos mensuales	117
XXXIV.	Costos variables unitarios	118
XXXV.	Flujo de efectivo del proyecto hasta 5 meses.....	122
XXXVI.	Flujo de efectivo del proyecto del mes 6 al 12.....	123
XXXVII.	Análisis de sensibilidad	131

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
NH₃	Amoniaco
°C	Centígrado
cm	Centímetro
cm³	Centímetro cúbico
Km	Kilómetro, equivalente a 1 000 metros
kW	Kilo Watt, equivalente a 1 000 Watts
Psi	Libra-fuerza por pulgada cuadrada
m	Metro
m²	Metro cuadrado
µmhos/cm	Microhms en centímetros
mg/L	Miligramo por litro
NO₂	Nitrito
'	Pie
%	Porcentaje
"	Pulgada
Q	Quetzal
s	Segundo
UNT	Unidad nefelométrica de turbidez
W	Watt

GLOSARIO

Aleatorio	Cuyo resultado no es previsible.
Artesanal	Qué está hecho a mano y siguiendo las técnicas tradicionales.
Codo	Accesorio para cambiar la dirección de un fluido.
Coguanor	Comisión Guatemalteca de Normas.
Cloruro	Compuesto de cloro y otro elemento químico diferente del oxígeno.
Coliforme	Microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama <i>Escherichia coli</i> .
Cualitativa	Que denota cualidad o lo relacionado a ella.
Cuantitativa	Pertenece a la cantidad.
Demanda	Cantidad de bienes o servicios que los compradores intentan adquirir en el mercado.
Derivada	Medida de la rapidez con la que cambia el valor de una función matemática, según el valor de su variable independiente.

Desecho	Residuo del que se prescinde por no tener utilidad.
Dureza	Cualidad de duro.
Filtro de agua	Dispositivo destinado a remover las impurezas del agua por distintos medios.
Función	Relación matemática entre valores, de manera que a cada valor le corresponde un único resultado.
Hierro	Elemento químico de número atómico 26.
Ingreso marginal	Incremento que experimenta el ingreso total cuando se eleva la producción en una unidad.
Ingreso total	Ingresos que recibe una empresa procedente de la venta de sus productos o servicios.
LMP	Límite máximo permisible.
Matriz de Leopold	Método de evaluación para identificar el impacto ambiental de un proyecto con su entorno.
Merchandising	Actividades para estimular la compra en el punto de venta.
Muestreo	Proceso de seleccionar un conjunto pequeño de individuos y poder caracterizar el total de la población.

Oferta	Cantidad de productos o servicios ofrecidos en el mercado.
ONG	Organización No Gubernamental.
PEPS	Primero en entrar primero en salir, método de valuación que consiste en darle salida a aquellos productos que se adquirieron primero.
Planta	Fábrica industrial.
Proveedor	Que abastece a una empresa de material necesario para que desarrolle su actividad principal
Segmentación	Proceso de dividir a un mercado en grupos más pequeños, para que tengan las mismas características.
Sistema	Conjunto de componentes que todos juntos logran ejecutar una acción.
Sulfato	Sales o los esteres del ácido sulfúrico.
Tarja	Elemento metálico de acero inoxidable conocido comúnmente como lavatrastos.

RESUMEN

La adaptación de un sistema mecánico a un filtro artesanal de agua, que pueda contribuir al mejoramiento de su uso, es un gran desafío. En consecuencia se diseña un sistema compuesto de válvulas de control de agua independientes entre sí, con capacidad de mantener y almacenar 14,5 litros de agua pura al día, y mediante la utilización de un filtro artesanal hecho de cerámica, aserrín y plata coloidal, limpiar cualquier impureza del agua. Se logra obtener un equipo de purificación de agua para uso domiciliario, basado en la Norma Guatemalteca Obligatoria de Especificaciones del Agua (Coguanor NTG 29 001), los estándares de la Agencia de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) y guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Por consiguiente, en el estudio de mercado se detallaron e identificaron todos los aspectos relevantes que deben ser analizados para la óptima comercialización del equipo de purificación. En el estudio técnico de ingeniería se describe lo referente a aspectos técnicos y funcionales del equipo, los análisis bacteriológicos y fisicoquímicos que certifican la purificación del agua, la distribución de la planta industrial y el horario de labores. No obstante es fundamental al desarrollar un proyecto de esta índole, todo lo relevante a aspectos legales, fiscales y laborales dentro de Guatemala.

Posteriormente se realizó un estudio ambiental con el fin de determinar los efectos del proyecto sobre el ambiente y las medidas de mitigación. Por último se determinaron los costos de fabricación y se evaluó financieramente para establecer la rentabilidad de la comercialización del proyecto, las fuentes de financiamiento y el tiempo de recuperación de la inversión inicial.

OBJETIVOS

General

Determinar la factibilidad para la adaptación de un sistema mecánico a un filtro artesanal de agua

Específicos

1. Contribuir al mejoramiento de un filtro artesanal adaptando un sistema mecánico que permite llenar y mantener agua en el depósito.
2. Presentar una alternativa de solución para el acceso del consumo de agua potable, en un segmento de la población guatemalteca.
3. Aplicar las herramientas de ingeniería necesarias para el diseño y construcción del sistema mecánico, adaptado a un filtro artesanal de agua.

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos naturales más valiosos e indispensables para la humanidad. Este líquido es esencial para el desarrollo de las diferentes formas de vida que existen en el planeta tierra. Tener acceso a redes de distribución de agua, no garantiza que sea apta para el consumo humano, existiendo el riesgo de contraer una enfermedad diarreica, parasitaria o bacteriana.

Para las familias, el agua embotellada es la opción más fácil, debido a que los purificadores de ozono y esterilizadores ultravioletas poseen precios muy altos. Los filtros artesanales ocasionan la incomodidad al cargar baldes de agua, para llenar el recipiente cada vez que está vacío, teniendo que esperar hasta la purificación.

La compra de agua embotellada ocasiona que una familia deba estar comprando en promedio entre 2-4 garrafones por semana, teniendo que presupuestar cierta cantidad de quetzales al mes; afectando la economía de los guatemaltecos.

Este problema llevó a plantear el diseño y construcción de un sistema mecánico adaptado a un filtro artesanal, que tiene como objetivo contribuir al mejoramiento de este, cumpliendo con normativos nacionales e internacionales en relación al agua potable. Estas son la Norma Coguanor NTG 29 0001 y las guías de la OMS, obteniendo en tiempo real agua limpia, evitando tener que llenar el recipiente, recuperando a un corto plazo la inversión realizada por este producto.

Por ello, en esta investigación, se detalla la necesidad de contar con un sistema mecánico adaptado a un filtro artesanal, desarrollando tecnología que beneficie al ser humano en el consumo de agua purificada. La investigación consta de seis capítulos, presentándose en el primero la cuantificación de la demanda potencial del producto en estudio, para el municipio de San Lucas Sacatepéquez, segmentando socioeconómicamente a la población. Además cuenta con un análisis de la oferta presente, identificando los competidores inmediatos y la estrategia para la penetración de dicho producto en el mercado.

El segundo capítulo explica la construcción del sistema mecánico adaptado a un filtro artesanal, su funcionamiento y el tamaño de la planta industrial necesaria para la fabricación. En el tercer capítulo se presenta la creación de la empresa, describiendo su misión, visión, estructura organizacional, tomando en cuenta la legislación guatemalteca para su organización.

El cuarto capítulo describe los efectos para el medio ambiente que se derivan del desarrollo del proyecto y medidas de mitigación que se tomarán. El quinto capítulo presenta de manera detallada el costo total del proyecto tomando en cuenta los insumos, materia prima y mano de obra. Finalmente el sexto capítulo da a conocer las técnicas de evaluación financiera, tales como: valor presente neto (VPN), tasa de interna de retorno (TIR) y relación beneficio/costo (B/C), para evaluar finalmente la rentabilidad del proyecto.

Se desarrollaron con ello nuevas tecnologías, para el beneficio de las familias guatemaltecas, que adquieran este nuevo producto; sin dejar a un lado las ventajas económicas y sociales que posee este proyecto, al evitar tener que gastar, por consumir agua al mes cada vez que se acaba.

1. ESTUDIO DE MERCADO

“Se entiende por mercado al área en que confluyen las fuerzas de la oferta y la demanda para realizar las transacciones de bienes y servicios a precios determinados, por un lado se encuentran los compradores con su poder adquisitivo para satisfacer sus necesidades y por otro la oferta de sus productos para que estos sean negociados”¹. Describir el producto o servicio que generará el proyecto, a qué mercado va dirigido, su ubicación geográfica, cuál es la oferta y la demanda existente de productos, análisis de proveedores y precio de venta, son los aspectos más relevantes que deben ser analizados en un estudio de mercado.

1.1. Definición del producto

El desarrollo de nuevos productos es una herramienta de suma importancia. Esto sabiéndolo orientar de manera que satisfaga las necesidades del consumidor y generando un producto competitivo en el medio, para que logre grandes utilidades; solo basta con encontrar qué afecta a una población y cómo solucionarlo.

El agua es una necesidad fundamental de la humanidad, cada persona en la tierra requiere al menos 2-3 litros de agua al día. Sin embargo, hallar fuentes confiables es tan difícil ocasionando que el agua potable, sea comercializada.

¹ BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos*. p. 12.

Tomando como referencia lo anterior, el producto se define como:

- Un equipo de purificación de agua domiciliar, con capacidad de mantener 14,5 litros diarios de agua limpia. Esto solamente con estar conectado al suministro de agua del lavatrastos, chorro de la pila o al lavaplatos.
- El agua purificada obtenida es el resultado del proceso de limpieza y neutralización de la unidad de filtración.

El producto está compuesto por una unidad filtrante, válvulas de control de nivel de agua, un recipiente de plástico polietileno de alta densidad y accesorios hidráulicos. La unidad filtrante está fabricada de 3 materiales naturales que son la arcilla, el aserrín y plata coloidal, los cuales sirven para eliminar bacterias, parásitos, mal olor, sabor y turbiedad del agua.

Las válvulas de control de nivel de agua, regulan el ingreso a la unidad filtrante y la cantidad de agua limpia almacenada en el recipiente. El recipiente de almacenamiento está fabricado de polietileno de alta densidad, lo cual permite no generar olor ni sabor o alterar el producto que se almacena. Los accesorios hidráulicos utilizados se encuentran dentro de los estándares aprobados por la FDA, logrando evitar cualquier riesgo para el consumidor.

1.1.1. Características generales del producto

El equipo está diseñado para ser utilizado en los domicilios familiares, compuesto de un sistema mecánico de válvulas de control de nivel de agua adaptado a un filtro artesanal. Tiene una capacidad de almacenar 14,5 litros de agua pura al día, teniendo que cambiar la unidad filtrante cada 2 años y todo el equipo después de 5 años.

El sistema mecánico está formado de las siguientes unidades:

- Llave de paso de agua de 1/4"
- 4 sellos hidráulicos de nitrilo 60 FDA
- 2 tuercas de polipropileno
- Codo niple NPT macho-hembra de acero inoxidable 316 L de 1/2"
- Copla NPT hembra de polipropileno de 1/2"
- Válvulas de *Nylon* PA66
- Codo hembra de polipropileno para manguera de 1/2"
- Manguera de poliuretano de grado alimenticio transparente
- Abrazaderas de 1/2"
- Codo de PVC hembra de 1/2"
- Manguera flexible con trenzado de acero inoxidable sobre hule EPDM
- Adaptador hembra de PVC de 3/4"
- Reductor de PVC de X 1/2"
- Tubo PVC 315 psi de 1/2"
- Adaptador macho PVC de 1/2"

Las válvulas de flote son dependientes entre sí. La finalidad es no permitir un rebalse de agua limpia en el fondo del recipiente de polietileno y durante el ingreso de agua sucia a la unidad filtrante.

1.1.2. Importancia de agua purificada

El agua juega un papel indispensable en el desarrollo de los seres vivos, ya sea para cocinar, beber, uso doméstico, entre otros. El agua libre de microorganismos patógenos y sustancias químicas perjudiciales para la salud se denomina potable.

El agua que se elige para consumo humano debe ser investigada y de ser necesario algún tratamiento, tendrá que aplicarse antes de su distribución. Estos tratamientos pueden ser de varios tipos y se determinan según los resultados de pruebas bacteriológicas y fisicoquímicas.

1.2. Análisis de la demanda

“Demanda es la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado”². El principal propósito que se persigue con el análisis de la demanda es determinar el número de clientes potenciales, por ello es de suma importancia observar el comportamiento del mercado de agua potable. Esto así para establecer la viabilidad que existe comercializar un sistema mecánico de purificación utilizando un filtro artesanal.

1.2.1. Segmentación del mercado

El equipo se diseñó con la finalidad de mantener y purificar agua que viene de las tuberías de servicio municipal. Se logran identificar los siguientes clientes potenciales:

- Familias
- Organizaciones no gubernamentales (ONG)
- Iglesias
- Edificios públicos y privados
- Bibliotecas

² BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos*. p. 15.

No obstante por las características del producto, el proyecto se enfoca para ser utilizado en los domicilios de las familias, facilitando el acceso al agua potable y evitando la compra de agua embotellada. Para identificar las características del grupo de clientes domésticos es necesario establecer las siguientes variables de segmentación:

- Segmentación geográfica: el mercado objetivo se encuentra en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, localizado en la Región V o Central de Guatemala y ubicado en el departamento de Sacatepéquez a una distancia de la cabecera departamental de 13 km y de la ciudad capital de 27 km. El municipio colinda al norte de San Bartolomé Milpas Altas, al sur con Santa Lucía Milpas Altas, al este con Mixco, y al oeste con Antigua Guatemala.

Figura 1. **República de Guatemala**



Fuente: Google Maps. *República de Guatemala*. www.google.com.gt/maps/@15.7872539,-86.2966452,1550402m/data=!3m1!1e3. Consulta: 2 de febrero de 2015.

Figura 2. Departamento de Sacatepéquez



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

Figura 3. Municipio de San Lucas Sacatepéquez



Fuente: Google Maps. *Municipio de San Lucas Sacatepéquez.*
[https://www.google.com/maps/place/San+Lucas+Sacatepéquez.](https://www.google.com/maps/place/San+Lucas+Sacatepéquez)

Consulta: 2 de febrero de 2015.

- Segmentación demográfica: es importante destacar que las proyecciones de población para el departamento de Sacatepéquez basadas en los Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación de 2002, estiman una población de 316 368 habitantes para 2011. Sin embargo, utilizando el mismo marco de muestra de 2002, la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI 2011), al aplicar los factores de expansión de muestra registra una población de 316 676.

Utilizando las proyecciones de población disponibles, en los Censos Nacionales XI de Población, durante el período 2010 a 2015 para el departamento de Sacatepéquez, se estima una tasa promedio de crecimiento poblacional de 2,1 %.

Tabla I. **Proyecciones de población, período 2010-2015**

Año	Proyecciones de población total	Tasa de crecimiento	Proyecciones de población Sacatepéquez	Tasa de crecimiento
2010	14 361 666	2,5	310 037	2,2
2011	14 713 763	2,5	316 638	2,1
2012	15 073 375	2,4	323 283	2,1
2013	15 438 384	2,4	329 947	2,1
2014	15 806 675	2,4	336 606	2,0
2015	16 176 133	2,3	343 236	2,0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

Para estimar la cantidad de población que existe en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, para 2013, 2014 y 2015, se utilizará la tasa de crecimiento poblacional de 2,1 %, 2,0 % y 2,0 %, respectivamente. Estos fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), empleando la fórmula del crecimiento poblacional simple:

$$P_F = P_0(1 + r)^t$$

Donde:

P_F = población Final

P_0 = población Inicial

r = tasa de crecimiento poblacional

t = número de período a partir de la población inicial

Utilizando como base la población de 25 198 en San Lucas Sacatepéquez, según proyección del INE³, para 2013, empleando la fórmula del crecimiento poblacional simple sería:

$$P_F = P_0(1 + r)^t$$

$$\text{Población 2013} = 25\,198 (1 + 0,021)^1 = 25\,727,158$$

Aproximando el resultado anterior, la población proyectada para 2013 sería de 25 728 personas.

³ Instituto Nacional de Estadística. *Proyecciones de Población XI Censo de Población y VI de Habitación 2002*. p. 6.

Repitiendo el uso de la fórmula anterior, las proyecciones para 2014 y 2015, en el municipio de San Lucas Sacatepéquez serían:

Tabla II. **Proyección poblacional para San Lucas Sacatepéquez, período 2013-2015**

Año	Población
2013	25 728
2014	26 216
2015	26 741

Fuente: elaboración propia.

- Segmentación socioeconómica: es de suma importancia clasificar el mercado según variables que puedan medir el poder adquisitivo o la posición cultural de los consumidores. Entre dichas variables se encuentran: nivel de ingresos, clase social, profesión, nivel de estudios, estilo de vida, entre otros.

Un equipo de purificación de agua puede ser adquirido por los siguientes niveles socioeconómicos:

- Nivel medio-bajo C2
- Nivel bajo D

Tomando como referencia la definición de niveles socioeconómicos desarrollado por Multivex Sigma Dos, empresa trasnacional de investigación de mercados en Guatemala⁴, los clientes poseen las siguientes características:

- Nivel medio-bajo C2: el ingreso familiar oscila en un promedio de Q 10 500,00 al mes, su nivel de educación se encuentra en estudios primarios y secundarios completos. Por lo general son profesionales, comerciantes, pequeños, industriales, ejecutivos de mandos medios. Habitan en casas modestas, no de lujo confortables, generalmente con 3 habitaciones en colonias de casas iguales. En total representan un 27,0 % de la población del interior de la República.

- Nivel bajo D: su ingreso promedio mensual está comprendido alrededor de los Q 2 500,00, su nivel de escolaridad escasamente rebasa el sexto grado de primaria, muy pocos por su nivel de escolaridad aspiran a la universidad pública. La clase baja son personas que se perfilan principalmente por su profesión, normalmente entre los puestos más bajos en las empresas, jornaleros, obreros, mensajeros, repartidores, conserjes, maestros de escuelas públicas, policías, entre otros. Sus viviendas son modestas localizadas en barrios y colonias populares, casi siempre alquiladas.

⁴ Multivex Sigma Dos Guatemala. *Definición de Niveles Socioeconómicos*. p. 4.

Los anteriores niveles socioeconómicos representan el 70 % por ciento de la población en el interior de la República de Guatemala, con un 27,0 % de población del área urbana, perteneciente al nivel C2 y un 43,0 % perteneciente al nivel D.

1.2.2. Características del beneficiario

Los usuarios favorecidos serán familias del municipio de San Lucas Sacatepéquez, que se encuentran pagando cantidades de dinero. Esto por la adquisición de agua pura semana a semana o actualmente beben agua con virus, bacterias, compuestos orgánicos, provenientes del agua del grifo.

1.2.3. Comportamiento histórico de la demanda

El consumo del agua envasada es un concepto relacionado al nivel y calidad de vida de una sociedad, cuánto más alto sea, mayor será el consumo. Este tipo de producto empezó a comercializarse tras la segunda guerra mundial, cuando la economía comenzó a recuperarse, aunque su consumo era desde antes, pero no con el carácter comercial que adquirió hasta después.

Al inicio, el agua envasada solo era vendida en farmacias, pero durante la década de los sesenta, pasó a venderse en todo tipo de comercios de alimentación. La búsqueda de agua potable sana ha venido incrementándose significativamente en los últimos 10 años. La causa principal se cree que es la desconfianza de los habitantes por el suministro de agua de las redes municipales, la cual está sucia o no ha sido purificada en su totalidad, no garantizando seguridad en la salud del consumidor.

La única empresa, que a nivel nacional tiene presencia en todos los departamentos de la República, es Agua Pura Salvavidas. Es considerada la marca más vendida en el país de Guatemala. Existen otras empresas que se dedican a la comercialización de agua pura: Scandia, Oso Polar, Xajanal, Cielo, entre otros. En el municipio de San Lucas Sacatepéquez se comercializan productos locales como Agua y Vida, Agua Glaciar, empresas pequeñas que han demostrado crecimiento y ampliación en los últimos años.

A causa de los precios elevados del agua envasada por parte de Agua Pura Salvavidas, el mercado ha sido objeto de cambios. Algunos de ellos son purificadoras de barrios y colonias han ido ganando poco a poco mercado, logrando un crecimiento elevado desde el punto de vista económico.

1.2.4. Investigación de la demanda

El agua pura es un bien indispensable para el ser humano, por tal razón la demanda de agua potable en el municipio de San Lucas Sacatepéquez es alta, pero no se cuentan con estadísticas o datos que digan cuánto es el consumo. Por ello, es necesario investigar el mercado para determinar: la competencia actual, la cantidad demandada de ese recurso, los tipos de tecnologías existentes para purificación de agua, hábitos respecto a la compra del consumidor, tendencias del mercado, necesidades y expectativas.

1.2.4.1. Identificación del problema

La forma más económica de consumir agua purificada es utilizando filtros artesanales. Esto gracias a su cómodo precio, evitando tener que pagar una cantidad relativa de dinero cada vez que se necesita consumir agua.

El problema reside en que la mayor parte de la población gasta dinero mes a mes en la compra de agua, perjudicando su presupuesto, en vez de adquirir filtros artesanales. Esto debido a las incomodidades, para cualquier persona, de estar llenando el depósito cada vez que se acaba el agua, al levantar grandes cubetas, ocasionado mal estar; pérdida tiempo innecesario. Esto por esperar la purificación por cantidades pequeñas de agua, ya que no se cuenta con un sistema mecánico que permita llenar y almacenar agua en el depósito del filtro artesanal y lograr tener en tiempo real agua purificada.

Por lo cual continúa el rechazo de comprar filtros artesanales, por todas las dificultades que representan su compra.

1.2.4.2. Método de investigación

El método seleccionado para establecer la demanda del proyecto en el municipio de San Lucas Sacatepéquez es la investigación de mercado. Esta consiste en determinar el grado de interés del consumidor de un producto, por medio de encuestas encaminadas a la recopilación de datos, investigando cualitativa y cuantitativa. La precisión obtenida es excelente para el corto plazo, buena para el mediano plazo y apenas regular para el largo plazo.

- Investigación cualitativa: mediante la observación, se busca estimar las necesidades del mercado, las fortalezas de las principales marcas de agua purificada y los requerimientos de las familias en sus hogares. Esto respecto a la purificación de agua con el fin de estimar la demanda del equipo de purificación de agua propuesto.

- Investigación de cuantitativa: se utilizará muestreo simple aleatorio, para detallar el comportamiento de la población respecto al consumo de agua. Estimando también la situación actual de consumo y los precios que están dispuestos a pagar.

Para determinar el tamaño de la muestra se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

- El muestreo es aleatorio, por lo tanto se toman muestras en los distintos lugares del municipio de San Lucas Sacatepéquez.
- Se toma en cuenta la población total del municipio de San Lucas Sacatepéquez de 26 741 personas aproximadamente.
- La muestra es representativa del municipio por cuestiones de costos.

Por consiguiente utilizando la fórmula de muestreo aleatorio simple, la muestra para el estudio es de:

$$n = \frac{z^2 * N * p * q}{z^2 * p * q + e^2 * N}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño del universo.

z = nivel de confianza deseado, que será del 95 %, en donde el valor que representa es de 1,96 en la tabla de la curva normal.

p = proporción estimada de éxito.

q = proporción estimada de fracaso.

e = representa el error de estimación, el cual se considera del 5 %.

Tomando como base la población proyectada para el municipio de San Lucas Sacatepéquez de 26 741 personas para 2015, según proyección estimada para el área donde se lleva a cabo la encuesta.

$$n = \frac{1,96^2 * 26\ 741 * 0,5 * 0,5}{1,96^2 * 0,5 * 0,5 + 0,05^2 * 26\ 741} = 378,719 \cong 379 \text{ encuestas}$$

De manera que se necesitan realizar 379 encuestas para el estudio de investigación, obteniendo datos estadísticos con un nivel de confianza del 95 % y un error del 5 %.

1.2.4.2.1. Diseño de encuesta

El instrumento que se utilizará para predecir la demanda de este producto será una boleta de encuesta. Esta contiene en total 8 preguntas, como lo muestra la figura 4. La persona encuestada responderá verbalmente la serie de preguntas a modo de agilizar el proceso de recaudación de información.

La boleta de encuesta ayudará en la investigación de mercados para conocer la opinión de deseos y expectativas sobre la compra del equipo de purificación de agua en el municipio de San Lucas Sacatepéquez. Esta incluye preguntas como cantidad de integrantes por familia, fuente de agua o servicio más utilizado, cualidades y desventajas que tiene el agua pura que consumes, expectativas de precio para la adquisición del nuevo producto y la calidad esperada.

Figura 4. Boleta de encuesta

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Trabajo de graduación

Encuesta de agua pura y hábitos de consumo:

Objetivo general: Identificar los gustos y preferencias en los hábitos de consumo de agua pura en el municipio de San Lucas Sacatepéquez.

Instrucciones: A continuación se presentan 8 preguntas, le agradecemos responda con toda sinceridad.

Pregunta 1. ¿Cuántos integrantes viven en su domicilio? _____

Pregunta 2. ¿Cuenta con agua para su casa durante todo el día?
Sí () No () **Si su respuesta es No** ¿En qué horario cuenta con el servicio de agua? _____

Pregunta 3. ¿De dónde proviene el agua que consume?
Garrafón () Filtro de ozono () Filtrada UV () Filtro artesanal () Hervida ()
Otros _____

Pregunta 4. ¿Por qué utiliza esa agua pura?
1. Porque su precio es el más bajo comparado con los demás () 2. Porque tiene un buen sabor ()
3. Porque no tiene mal olor () 4. Otros _____

Pregunta 5. ¿Cuánto paga por el agua pura que consume al mes?
1. Garrafón _____ 2. De ozono _____
3. Filtrada UV _____ 4. Filtro artesanal _____
5. Agua hervida _____ 6. Otros _____

Si su respuesta fue garrafón

Pregunta 6. ¿Cuántos garrafones consume por semana? _____

Pregunta 7. ¿Qué incomodidades tiene con la manera en que consume agua pura para beber?
Puede marcar más de una
1. Llevar el garrafón de agua a rellenar () 2. Esperar a que lleven el garrafón a mi domicilio ()
3. Quedarse sin agua pura para beber () 4. Presupuestar cada semana para la compra del garrafón ()
5. El sabor del agua () 6. El servicio () 7. El precio de venta ()
8. El mantenimiento de mi filtro ()
9. Otros _____

Pregunta 8. ¿Cuánto está dispuesto a pagar durante 12 meses, por un equipo que purifica agua por 2 años?
1. Q 70,00 () 2. Q 75,00 () 3. Q 80,00 () 4. Q 85,00 () 5. Q 90,00 () 6. Q 100,00 ()
7. Otro _____

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Fuente: elaboración propia.

1.2.4.2.2. Muestreo

La muestra fue aleatoria. Se identificaron varios puntos geográficos en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, con el objetivo de lograr una muestra representativa. Los lugares fueron seleccionados con base en la gente que transita en el lugar. Por ello se tomaron en cuenta las siguientes ubicaciones:

- El Parque Central de San Lucas Sacatepéquez
- Centro comercial Las Puertas San Lucas
- Centro comercial Plaza San Lucas
- Centro comercial Multiplaza El Sauce
- Centro comercial Multicentro San Lucas
- Mercado Municipal de San Lucas Sacatepéquez
- Mercado El Monumento al Caminero
- Centro de la aldea Choacorrall
- Parque aldea El Manzanillo

La característica principal de los lugares seleccionados es el alto tráfico de personas que caminan y transitan, logrando encontrar individuos que habitan en los lugares y aldeas dentro del área de estudio.

1.2.4.3. Tabulación de datos

Posterior a la recolección de información se procede a tabular los datos y presentarlos de forma ordenada permitiendo una mejor interpretación de los resultados obtenidos en la investigación. A continuación se muestran los datos ordenados en tablas y con sus respectivos porcentajes de respuesta.

- Pregunta 1. ¿Cuántos integrantes viven en su domicilio? Corresponde a un sondeo para conocer el número de miembros por familia, en el área de estudio.

Tabla III. **Integrantes por familia**

Pregunta 1		
Integrantes por familia	Cantidad	Porcentaje
2	2	0,53 %
3	7	1,85 %
4	56	14,78 %
5	140	36,94 %
6	105	27,70 %
7	69	18,21 %
Sumatoria	379	100 %

Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 2. ¿Cuenta con agua para su casa durante todo el día? Esta indica la fuente de abastecimiento de agua.

Tabla IV. **Suministro de agua durante el día**

Pregunta 2		
Acceso de agua	Cantidad	Porcentaje
Sí	342	90,24 %
No	37	9,76 %
Sumatoria	379	100 %
Horario	Cantidad	Porcentaje
4:00 am - 8:00 am	7	1,85 %
9:00 am - 5:00 pm	11	2,90 %
8:00 pm - 4:00 am	19	5,01 %
Sumatoria	37	9,76 %

Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 3. ¿De dónde proviene el agua pura que consume? Diseñada para determinar la fuente de agua pura que utilizan las personas en el municipio de San Lucas Sacatepéquez.

Tabla V. **Fuente de agua pura**

Pregunta 3		
Fuente de agua	Cantidad	Porcentaje
Garrafón	315	83,11 %
Filtro de ozono	17	4,49 %
Filtrada UV	14	3,69 %
Filtro artesanal	2	0,53 %
Hervida	27	7,12 %
Otros	4	1,06 %
Sumatoria	379	100 %

Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 4. ¿Por qué utiliza esa agua pura? Representa los gustos y preferencias por las cuales se eligen entre un servicio de agua con el otro.

Tabla VI. **Razón de elección de agua pura**

Pregunta 4		
Cualidades	Cantidad	Porcentaje
Precio más bajo	257	67,81 %
Buen sabor	95	25,07 %
No tiene mal olor	17	4,49 %
Otros	10	2,64 %
Sumatoria	379	100 %

Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 5. ¿Cuánto paga por el agua pura que consume al mes? Corresponde a una medición de precios, entre cada servicio de agua que utilizan las familias en el municipio de San Lucas Sacatepéquez.

Tabla VII. **Pago por el agua pura al mes**

Pregunta 5			
Servicio	Precio por garrafón	Cantidad	Porcentaje
Garrafón	Q 5,00	128	40,63%
	Q 7,00	112	35,56%
	Q 11,00	49	15,56%
	Q 13,00	15	4,76%
	Q 16,00	11	3,49%
Sumatoria		315	100 %
Servicio	Precio por aparato	Cantidad	Porcentaje
Ozono	Q 2 450-Q 3 000	3	17,65%
	Q 3 501-Q 4 000	9	52,94%
	Q 4 001-Q 4 300	5	29,41%
Sumatoria		17	100 %
Servicio	Precio por aparato	Cantidad	Porcentaje
Filtrada UV	Q 2 500-Q 3 000	7	50,00 %
	Q 3 001-Q 3 500	6	42,86 %
	Q 3 501-Q 4 000	1	7,14 %
Sumatoria		14	100%
Servicio	Precio por filtro	Cantidad	Porcentaje
Filtro artesanal	Q 350,00	1	50,00 %
	Q 450,00	1	50,00 %
Sumatoria		2	100 %
Servicio	Precio por gas envasado	Cantidad	Porcentaje
Agua hervida	Q 75,00	18	66,67 %
	Q 100,00	7	25,93 %
	Q 125,00	2	7,41 %
Sumatoria		27	100 %

Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 6. ¿Cuántos garrafones consume por semana? Indica la cantidad de garrafones consumidos semanalmente por las familias.

Tabla VIII. **Consumo de garrafones semanalmente**

Pregunta 6			
Consumo	Compra de garrafones	Cantidad	Porcentaje
Garrafones a la semana	2	100	31,75 %
	3	116	36,83 %
	4	84	26,67 %
	5	13	4,13 %
	6	2	0,63 %
Sumatoria		315	100 %

Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 7. ¿Qué incomodidades tiene con la manera en que consume agua pura para beber? Determina las incomodidades y defectos que poseen los servicios de agua pura.

Tabla IX. **Incomodidades con el consumo de agua pura**

Pregunta 7		
Incomodidades	Cantidad	Porcentaje
Llevar el garrafón a llenar	210	55,41 %
Esperar a que lleven el garrafón a mi domicilio	98	25,86 %
Quedarse sin agua para beber	196	51,72 %
El sabor del agua	171	45,11 %
El precio de venta	110	29,02 %
El servicio	177	46,70 %
Mantenimiento de mi filtro	15	3,96 %
Otros	88	23,22 %

Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 8. ¿Cuánto está dispuesto a pagar mensualmente durante 12 meses, por un equipo que purifica agua por 2 años? Con el objetivo de establecer el precio y la demanda óptima, se tabularon los datos obtenidos en cantidades acumuladas. Esto para obtener una función precio y demanda del equipo de purificación de agua, como se muestra en la tabla X, donde se presenta un precio sugerido para los consumidores, *versus* cantidad de consumidores que pagarían por el purificador de agua a ese precio.

Tabla X. **Precios y demanda**

Pregunta 8		
Precio (Q)	X (Cantidad)	Σx (Acumulada)
85	1	1
80	27	28
75	99	127
70	73	200
65	37	237
60	61	298
55	14	312
50	28	340
40	19	359
30	10	369
20	2	371
15	3	374
10	2	376
5	1	377
4	2	379
0	0	379

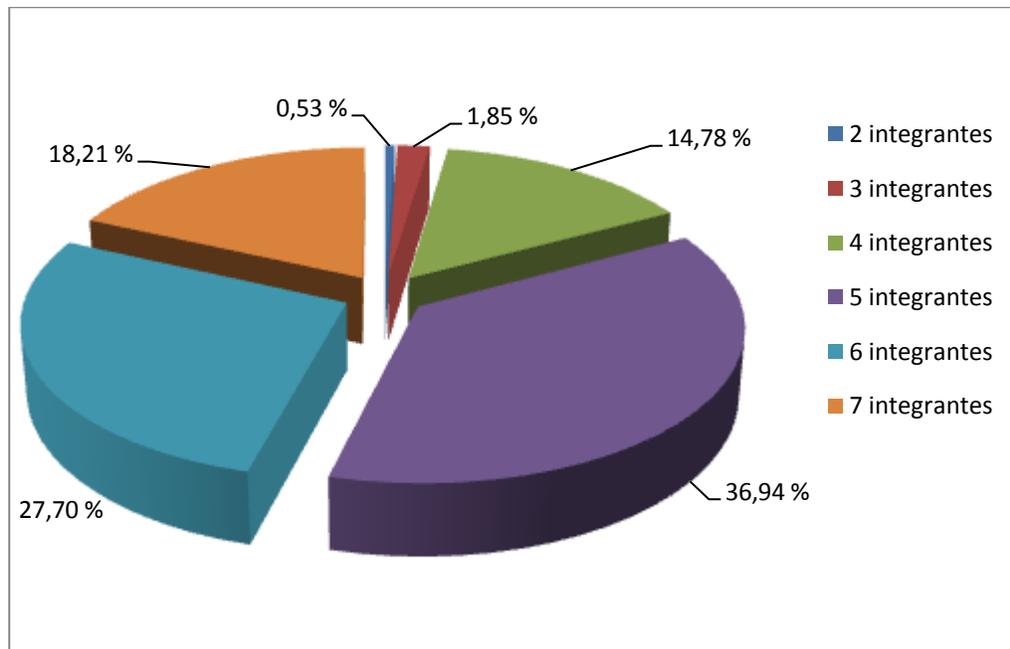
Fuente: elaboración propia.

1.2.4.4. Interpretación de resultados

Los resultados de las 379 encuestas se tabularon en la sección anterior a través de tablas. Pero para una mayor interpretación, en esta sección se mostrarán gráficos de los resultados obtenidos.

- Pregunta 1. ¿Cuántos integrantes viven en su domicilio? Los datos en la tabla III, indican que el 36,94 % de los hogares del municipio de San Lucas Sacatepéquez están conformados por 5 integrantes. Siendo esta la población estimada 26 741 personas, representando 5 348 familias en el área de estudio.

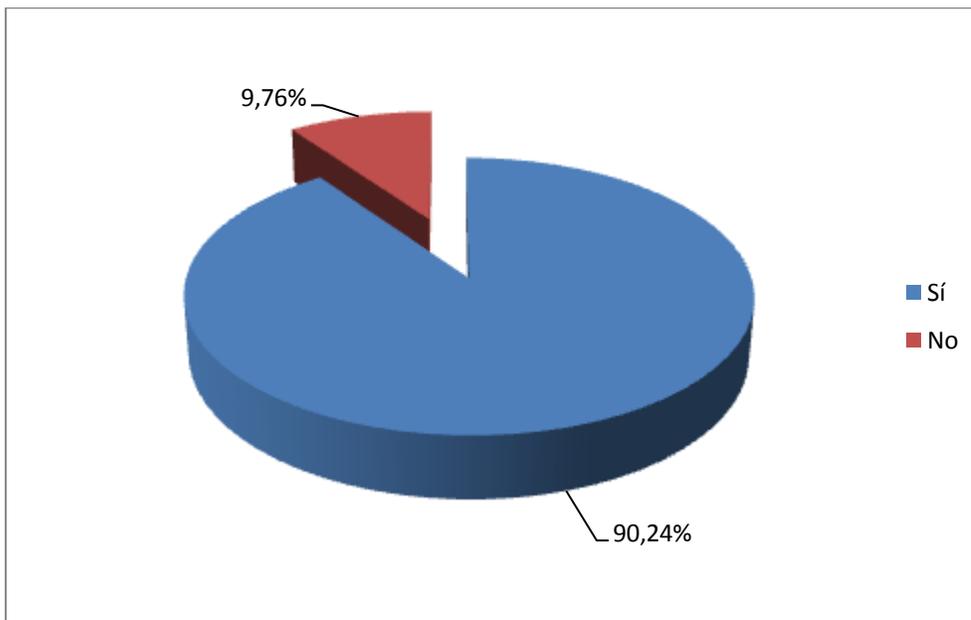
Figura 5. Gráfico integrantes por familia



Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 2. ¿Cuenta con agua para su casa durante todo el día? Observando los datos de la tabla IV, de los 5 348 hogares del municipio de San Lucas Sacatepéquez, el 90,24 % cuenta con agua para su casa durante el día. Aproximadamente 4 826 familias y un 9,76% no cuenta con el acceso, es decir 522 hogares. Además el horario donde poseen la mayor disponibilidad de agua es todos los días de 8:00 pm a 4:00 am.

Figura 6. **Gráfico suministro de agua durante el día**



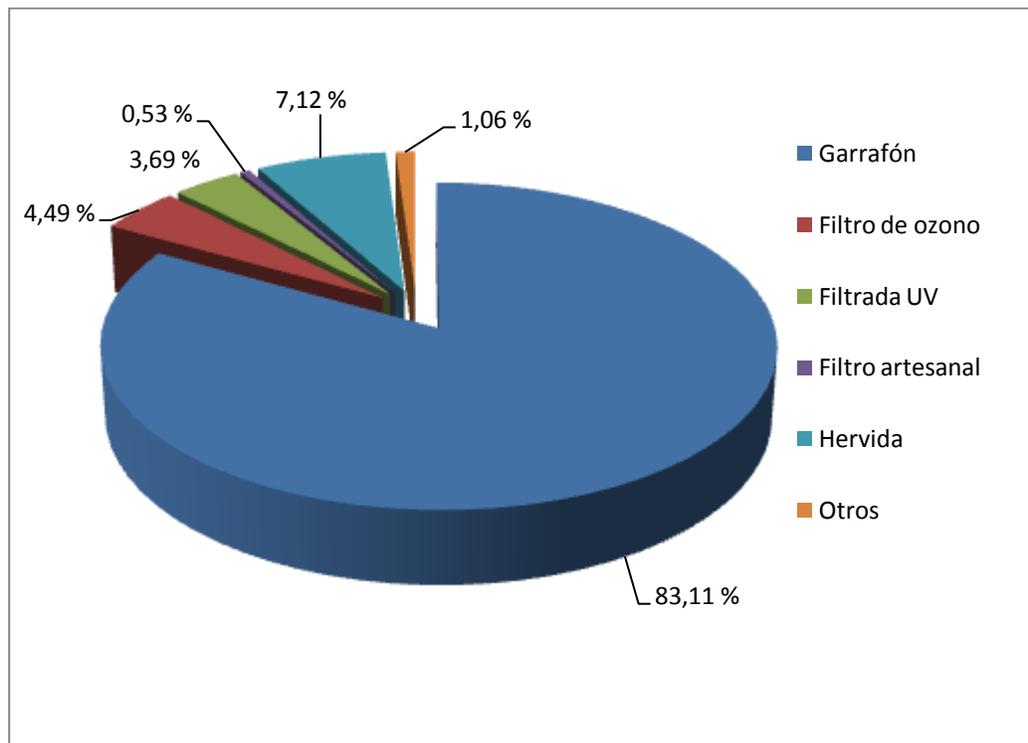
Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 3. ¿De dónde proviene el agua pura que consume? Según la figura 7 se puede observar claramente una aceptación bastante clara a los garrafones de agua pura con un 83,11 %, siendo el servicio más común y usado en el municipio de San Lucas Sacatepéquez.

El segundo servicio más empleado para consumir agua pura es hervirla con un 7,12 % de aceptación. Es lamentable que solo un 0,53 % de las personas encuestadas, hayan dicho que utilizan filtros artesanales, aseverando que uno de los problemas es estarlo llenando en cada momento y la tasa de filtración de 1 litro por hora.

Un 1,06 % de personas afirmaron que utilizan otros medios para consumir agua pura, tales como: agua clorada, pastillas desinfectantes, entre otros.

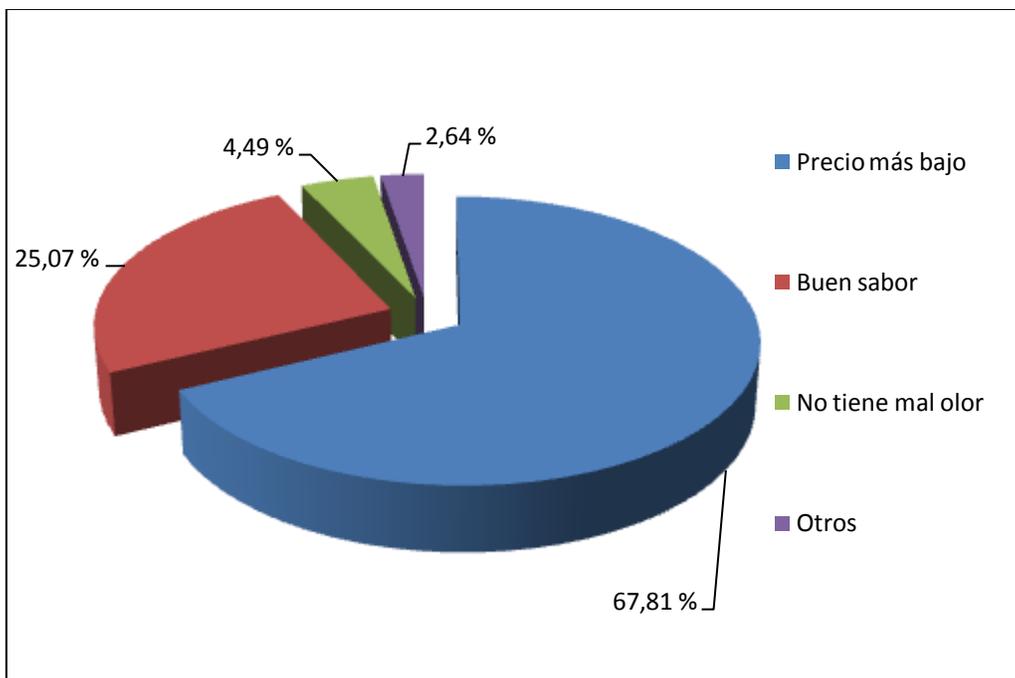
Figura 7. Fuente de agua pura



Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 4. ¿Por qué utiliza esa agua pura? Según la gráfica en la figura 8, las personas encuestadas eligen su servicio de agua pura basándose en el precio más bajo con un 67,81 % del mercado y un 25,07 % afirmó que lo hace con base en el sabor.

Figura 8. Razón de elección de agua pura



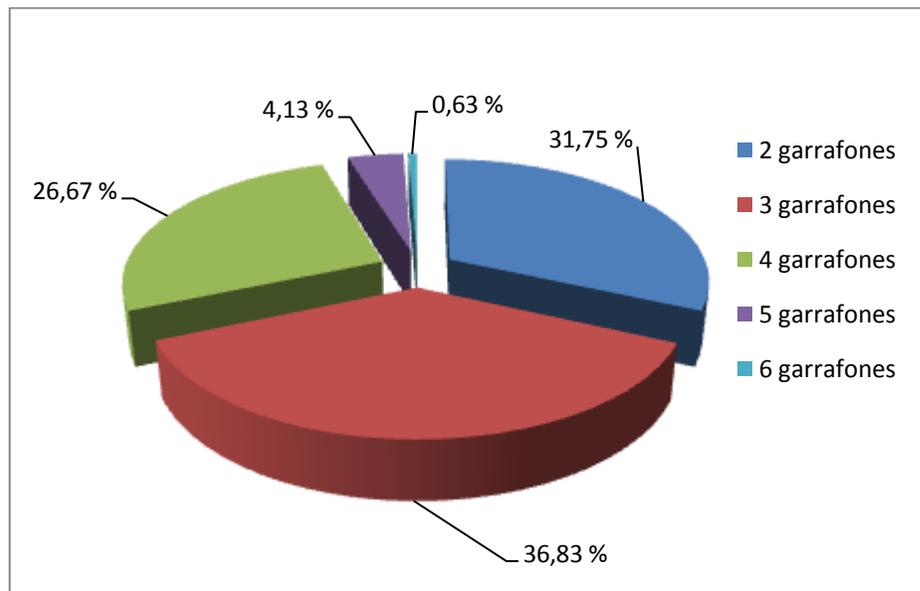
Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 5. ¿Cuánto paga por el agua pura que consume al mes? Esta pregunta es de suma importancia para conocer el mercado del agua pura en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, para saber si el equipo de purificación será competitivo en dicha área de estudio.

El servicio que posee el menor precio es el filtro artesanal a una cantidad de Q 350,00 con una duración de dos años. Sin embargo, la población no lo consume debido a los inconvenientes que presenta, como estarlo llenando cada vez que necesita agua, la razón de filtración es de un litro por hora, entre otros. Por ello, el segundo servicio más barato es el garrafón de agua pura, a un costo de Q 5,00, como lo muestra la tabla VII.

- Pregunta 6. ¿Cuántos garrafones consume por semana? Esta pregunta es esencial para el cálculo de la demanda. Según la encuesta se compran 3 garrafones por semana, siendo entre 12-13 garrafones al mes, este es el tiempo de consumo inversamente proporcional a la cantidad de integrantes en el hogar.

Figura 9. **Consumo de garrafones semanalmente**



Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 7. ¿Qué incomodidades tiene con la manera en que consumes agua pura para beber? Esta pregunta es clave para el estudio de mercado, conociendo las insatisfacciones en el servicio de agua pura, se podrá comercializar entonces un producto con los menores inconvenientes para el cliente y así lograr la mayor aceptación posible.

Entre los inconvenientes más comunes se encuentran: tener que llevar el garrafón a llenar, quedarse sin agua para beber y el sabor. Además desconfianza si realmente las purificadoras de agua realizan el mantenimiento y limpieza pertinente al equipo, por lo que no se sabe si realmente es agua limpia.

- Pregunta 8. ¿Cuánto está dispuesto a pagar mensualmente durante 12 meses, por un equipo que purifica agua por 2 años? El objetivo de la pregunta es determinar la demanda que tendrá el equipo de purificación de agua, en la región de estudio. El gráfico de la figura 10 muestra la cantidad demandada y el precio de venta, basados en los datos de la tabla XI.

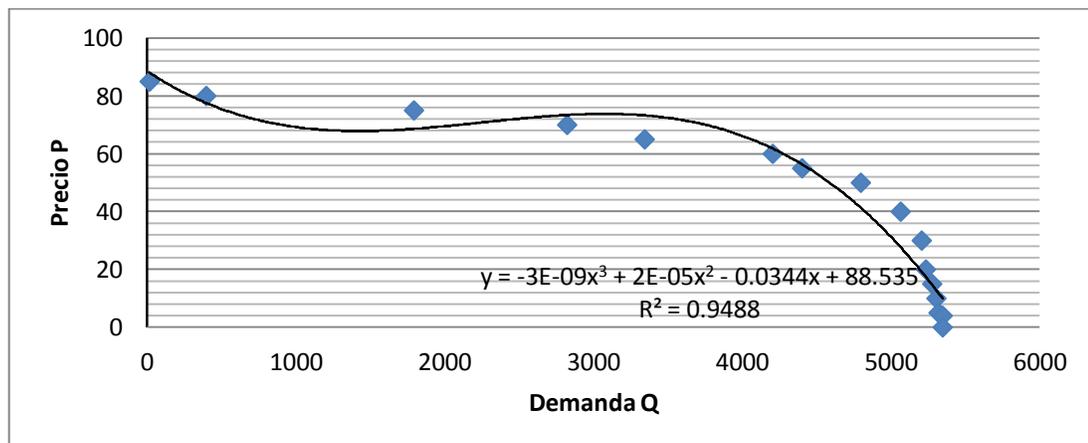
Para modelar el comportamiento de la demanda, las leyes de la microeconomía establecen que la demanda es inversamente proporcional al precio, con base en lo anterior, se multiplicó cada cantidad acumulada de personas del total de población que está dispuesta a pagar una cantidad igual o menor al precio sugerido, presentados en la tabla X, por 5 348 hogares pertenecientes a San Lucas Sacatepéquez.

Tabla XI. Precio y demanda por familia

Pregunta 8			
Precio (Q)	X (Cantidad)	Σx (Acumulada)	Cantidad Real Acumulada
85	1	1	14
80	27	28	395
75	99	127	1 792
70	73	200	2 822
65	37	237	3 344
60	61	298	4 205
55	14	312	4 403
50	28	340	4 798
40	19	359	5 066
30	10	369	5 207
20	2	371	5 235
15	3	374	5 277
10	2	376	5 306
5	1	377	5 320
4	2	379	5 348
0	0	379	5 348

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Gráfica precio – familias



Fuente: elaboración propia.

Se observa que el comportamiento de la demanda es en forma de un polinomio, por tal razón se aplica regresión lineal, para encontrar una tendencia en los datos obtenidos. Con ello se adquiere una ecuación que describa el comportamiento de la demanda del equipo de purificación de agua, en la región de estudio.

1.2.5. Predicción de la demanda

Predecir la demanda de un equipo de purificación de agua es complicado, puesto que es un producto nuevo. Además depende directamente de ventajas competitivas y desventajas de la competencia. Tomando en cuenta los datos de la tabla V, de los 5 348 hogares pertenecientes a San Lucas Sacatepéquez, el 83,11 % prefiere el servicio de garrafones de agua pura equivalente a 4 445 hogares, siendo el más utilizado por la región de estudio. Mientras que el segundo servicio más empleado para consumir agua pura es hervirla con un 7,12 % de aceptación equivalente a 381 hogares.

Al tratar de explicar la notoria superioridad de un servicio con respecto al otro, el 67,81 % del mercado basa su elección en el precio. Esto es equivalente a 3 627 hogares y el 25,07 % en el sabor, equivalente a 1 341 hogares, según datos de la tabla IV.

Lo anterior descrito explica que el precio es la razón fundamental y prioritaria por la cual el cliente compra garrafones de agua, a un costo de Q. 5,00 el más barato, según datos en la tabla VII.

Según los datos presentados en la tabla IX, la compra de garrafones de agua posee inconvenientes e incomodidades para el consumidor. Entre ellos están: llevar el garrafón a llenar, quedarse sin agua, el sabor, desconfianza si realmente las purificadoras de agua realizan el mantenimiento y limpieza pertinente al equipo, por lo que no se encuentra garantizada la purificación.

Esto demuestra que para ser competitivos con el equipo de purificación, su costo debe ser: menor a Q 900,00. Se debe suministrar agua las 24 horas del día, los 7 días de la semana sin ningún inconveniente, poseer un buen sabor y garantizar la purificación del agua.

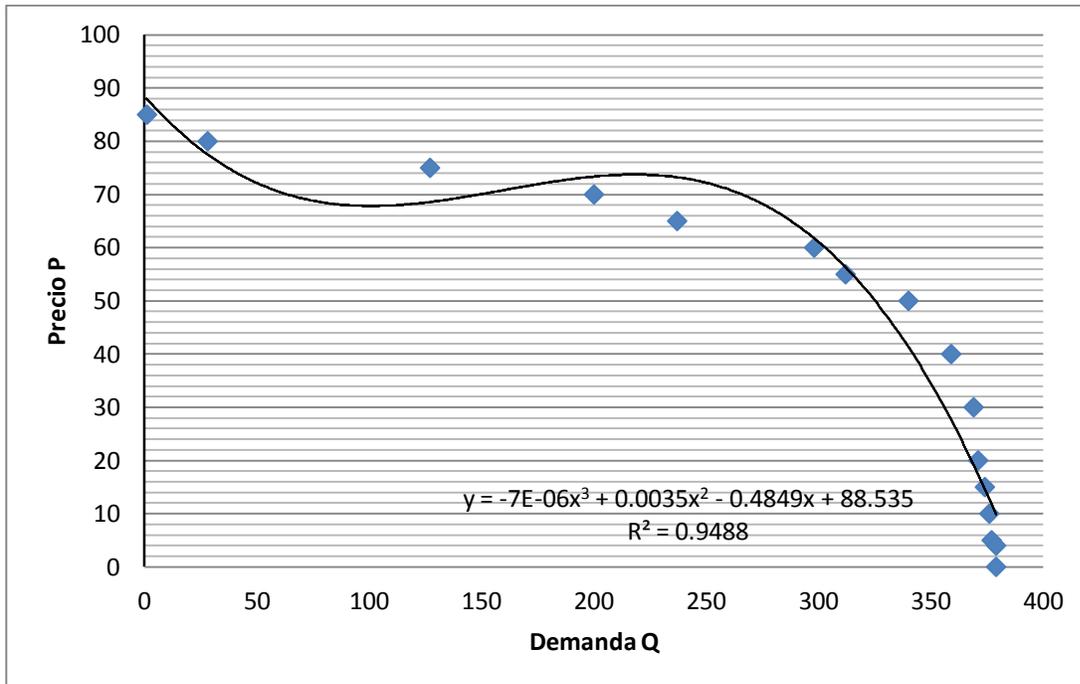
Tomando en cuenta lo anterior, la proyección de la demanda se realizará con base en las expectativas de compra del equipo de purificación de agua del cliente. Esto para establecer la cantidad demandada del producto en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, estimando la participación que se logrará abarcar en la región de estudio.

Por medio del uso de regresión lineal se halla la ecuación de la demanda, analizando los coeficientes de correlación y seleccionando el que más se acerca a uno. Esto da como resultado la siguiente ecuación:

$$f(x) = -7 \cdot 10^{-6} x^3 + 0.0035 x^2 - 0.4849 x + 88.535$$

Cada resultado de la ecuación anterior deber ser multiplicado por un factor equivalente a (5 348 familias / 379 encuestas = 14,11). Lo anterior explica que cada unidad en el gráfico es equivalente a 14,11 familias.

Figura 11. Gráfica de interpolación polinomial



Fuente: elaboración propia.

En la figura 11, se observa en el rango de precios de Q 60,00 a Q 75,00 una gran elasticidad precio/demanda. Esto es decir la respuesta de los consumidores ante un cambio en el precio es significativa y genera una disminución en la compra.

Para encontrar el precio óptimo de venta en el mercado, se debe de hallar el ingreso marginal. Esto es la multiplicación de la función obtenida de la figura 11, por el costo de vender una unidad extra, es decir:

$$IT = P \times X$$

$$\text{Ingreso marginal (Img)} = \frac{dIT}{dx}$$

Se utiliza el criterio de derivada en un punto, para medir la variación que tendría sobre la demanda en cada precio establecido. Se obtendrá el punto de equilibrio, es decir el punto de máxima ganancia en el mercado del agua pura en la región de estudio.

$$f(x) = -7 \cdot 10^{-6} x^3 + 0,0035 x^2 - 0,4849 x + 88,535$$

$$IT = x (-7 \cdot 10^{-6} x^3 + 0,0035 x^2 - 0,4849 x + 88,535)$$

$$IT = -7 \cdot 10^{-6} x^4 + 0,0035 x^3 - 0,4849 x^2 + 88,535 x$$

$$Img = \frac{dIT}{dx}$$

$$Img = -28 \cdot 10^{-6} x^3 + 0,0105 x^2 - 0,9698 x + 88,535$$

Cuando el ingreso marginal es igual a cero, representa el cambio de pendiente, es decir el valor de máxima ganancia de ingreso marginal.

$$-28 \cdot 10^{-6} x^3 + 0,0105 x^2 - 0,9698 x + 88,535 = 0$$

$$X_1 = 293,73 \text{ ¿Máximo o mínimo?}$$

$$X_2 = 40,63 + 95,47i \text{ número complejo}$$

$$X_3 = 40,63 - 95,47i \text{ número complejo}$$

Aplicando el criterio de segunda derivada para conocer si el punto encontrado es un máximo o mínimo.

$$f''(x) = -84 \cdot 10^{-6} x^2 + 0,021 x - 0,9698$$

$$f''(293,73) = -2,05 < 0 \text{ es un máximo}$$

Evaluando el valor que maximiza la demanda en la región de estudio, de $q = 293,73$, el precio óptimo en dicho punto es:

$$f(x) = -7 \cdot 10^{-6} x^3 + 0,0035 x^2 - 0,4849 x + 88,535$$

$$f(293,73) = Q 70,68$$

Al optimizar la función precio-demanda, el precio de venta de Q 70,68 es la cantidad mensual de dinero que están dispuestos a pagar en el municipio de San Lucas Sacatepéquez. Esto por el equipo de purificación de agua, el costo total será Q 848,16 al año, representando la máxima ganancia en la región de estudio. La cantidad de familias que comprarían el equipo de purificación de agua equivale a 4 145 hogares, con un 77,51 % de cobertura en la región de estudio.

Al mismo tiempo será esencial buscar nuevos nichos de mercado para tener mayores ventas, expandiéndose al mercado nacional y posteriormente al internacional, ya que es un producto estacional, el cliente lo compra una vez y posteriormente solo adquiere el filtro artesanal, como repuesto para el equipo de purificación de agua.

No se puede tratar de comercializar en los 4 145 hogares en un año, debido a que requeriría una inversión muy grande, así que la demanda potencial será abarcada en 3 años. La población de San Lucas Sacatepéquez tiene un crecimiento de 2,0 % y se considera que el proyecto en su segundo año y tercer año de operación aumentará a ese ritmo, debido al desconocimiento del equipo de purificación de agua.

Tabla XII. **Proyección de la demanda**

Año	Población	Familias	Incremento anual
2016	6 770	1 354	
2017	6 905	1 381	2,0 %
2018	7 050	1 410	2,0 %
Sumatoria	20 725	4 145	

Fuente: elaboración propia.

1.3. Análisis de la oferta

“Oferta es la cantidad de bienes o servicios que un cierto número de oferentes (productores) está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado”⁵.

En la actualidad, hay una oferta amplia de compañías dedicadas a la sanitización y limpieza de agua pura en el municipio de San Lucas Sacatepéquez. Por ello, el análisis de la oferta consistirá en determinar el número de empresas que llevan al mercado productos similares o sustitutos a los del equipo de purificación de agua.

1.3.1. Identificación de competidores

Existen compañías que ofrecen el servicio agua pura, en San Lucas Sacatepéquez, identificando como principales competidores a las siguientes empresas:

⁵ BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos*. p. 15.

- Agua Pura Salvavidas: marca líder del mercado de agua pura en Guatemala. Cuenta con un respaldo de más de 70 años en la comercialización de agua potable y opera con 6 plantas de producción y una amplia red de distribución a nivel nacional. El precio por cada garrafón de agua con capacidad de 18,9 litros es de Q 16,00, con una inversión inicial de Q 35,00 para la adquisición de un garrafón nuevo.
- Purificadora Agua y Vida: es una purificadora ubicada en la 2 avenida y 3ra. calle esquina, San Lucas Sacatepéquez, con 8 años de antigüedad en la comercialización de agua pura. El precio de venta por cada garrafón de agua con capacidad de 18,9 litros es de Q 5,00 sin factura y reparto a domicilio es de Q 8,00, invirtiendo Q 35,00 al inicio para la adquisición de un garrafón nuevo.
- Purificadora Agua Glaciar: purificadora localizada en la 3 avenida 3-12 San Lucas Sacatepéquez, con 7 años de antigüedad en la comercialización de agua pura. El precio de venta por cada garrafón de agua con capacidad de 18,9 litros es de Q 7,00 y reparto a domicilio es de Q 9,00, con la diferencia que si extiende factura en comparación con la anterior purificadora de agua.
- Existen otras purificadoras que comercializan agua envasada, pero con la limitante que su precio es mayor a la Purificadora Glaciar y a Purificadora Agua y Vida, por lo cual no se toman en cuenta.

1.3.2. Productos similares

En la actualidad existen ciertos productos similares que pueden reemplazar al sistema mecánico de purificación propuesto, proveyendo agua en tiempo real. A continuación se presentan los principales productos similares:

- Purificador de agua Rotoplas: es un purificador que utiliza carbón activado, impregnado con plata coloidal, se instala sobre la tarja de la cocina, un cartucho filtra 2 400 litros equivalentes a 120 garrafones. El cartucho se cambia entre 3 y 6 meses dependiendo de su uso. El precio por este producto es Q 689,00 y cada cartucho es de Q 150,95, lo que equivale a 839,95 al año, y por dos años un costo final de Q 1 679,90.

Figura 12. Purificador de agua Rotoplas



Fuente: Rotoplas. *Purificador de agua Rotoplas.*

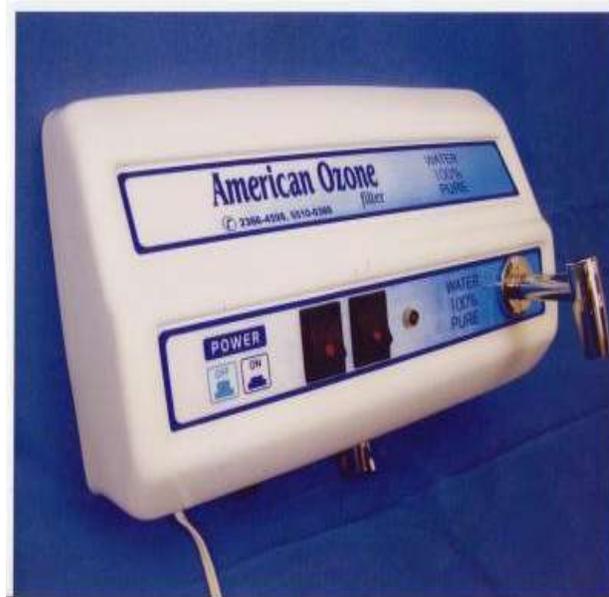
<http://www.rotoplas.com/productos/filtracion/purificador-sobre-tarja/>.

Consulta: 18 de marzo de 2015.

- Filtro de agua a base de ozono: el sistema de purificación que usa ozono es un sistema que potabiliza el agua dándole un tratamiento con O_3 , como se le conoce al gas de ozono. Este gas es incoloro y tiene capacidades realmente notables al momento de oxidar la materia. Es con estas capacidades que el sistema de filtrado con ozono desinfecta este preciado líquido. Al usar filtros de agua a base de ozono se obtiene un agua que puede utilizarse para el consumo en el hogar, pero también para las plantas del jardín o los cultivos.

El precio por este producto se encuentra entre Q 2 450 a Q 4 300 y un mantenimiento anual de Q 175,00, lo que equivale a Q 2 625 al año, adquiriendo el del menor precio.

Figura 13. **Filtro de agua a base de ozono American Ozone**



Fuente: American Ozone Filter. *Filtro de agua a base de ozono American Ozone.*
<http://www.purificadoresparaagua.com/quienes.htm>. Consulta: 19 de marzo de 2015.

- Purificador de agua luz ultravioleta: funciona mediante la radiación del flujo de agua con una o más lámparas de silicio cuarzo. El agua fluye sin detenerse por el interior de purificador, que contiene lámparas. El precio de venta se encuentra entre Q 2 500 a Q 4 000 y un mantenimiento de Q 200 al año, lo que equivale a Q 2 700 al año, comprando el más económico.

Figura 14. **Purificador de agua luz ultravioleta**



Fuente: American Ozone Filter. *Purificador de agua luz ultravioleta*.
<http://www.purificadoresparaagua.com/bt.htm>. Consulta: 19 de marzo de 2015.

1.3.3. Productos sustitutos

“Conjunto de bienes casi perfectos, pues pueden ser sustituidos unos por otros sin deterioro en el bienestar del consumidor”⁶.

Los productos sustitutos son aquellos que el consumidor considera que puede sustituir, en cierta proporción, manteniendo su satisfacción, es decir productos alternativos.

⁶BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos*. p. 15.

El agua puede ser sustituida por toda clase de bebidas ya sean refrescantes no alcohólicas como los jugos, gaseosas, lácteos. También por bebidas que tienen alcohol como es la cerveza y otros, de ahí la importancia de concientizar a la población de que el consumo de agua es esencial para el buen funcionamiento del organismo.

1.4. Análisis de proveedores

El éxito para el correcto funcionamiento de la empresa depende en gran medida de las facilidades que brinden los proveedores para el acceso a materia prima, insumos y repuestos necesarios para el desarrollo de la construcción del equipo de purificación de agua. No obstante se requerirá de múltiples proveedores nacionales e internacionales para suministrar todas las piezas requeridas para el proyecto.

1.4.1. Identificación de proveedores

Entre las principales empresas proveedoras de materiales, insumos y repuestos necesarios para la construcción y comercialización, que ofrecen precios bajos, buena calidad y tiempo de entrega, están:

- Wenzhou Junyoung Technology Co: válvulas de control de nivel de agua adaptadas interiormente y exteriormente al depósito.
- Productos Hidráulicos de Centro América: manguera transparente de poliuretano de grado alimenticio, tuercas, llave de paso, abrazaderas.
- Tecnoempaques y accesorios industriales: sellos o empaques hidráulicos.

- Amanco: codos, adaptador, reductor y tubo PVC.
- Ecofiltro: filtro de cerámica, aserrín y plata coloidal.
- Inyectores de Plástico: recipiente de HDPE.
- Regeplast: codos y accesorios.
- Mainco: codo niple NPT de acero Inoxidable.
- Mangueras Industriales, S. A.: manguera flexible con trenzado de acero inoxidable sobre hule EPDM.

1.4.2. Proveedores de materia prima

La adquisición de materia prima es esencial para la comercialización del equipo de purificación de agua en el municipio de San Lucas Sacatepéquez. Este se calcula con base en el nivel de producción estimada (ventas) y capacidad de producción de la empresa, por lo que se utilizaron a los siguientes proveedores:

- Ferretería Acuario San Lucas
- Mainco
- Tecnoempaques
- Regeplast
- Ecofiltro
- Productos Hidráulicos de Centro América
- Wenzhou Junyoung Technology Co
- Inyectores de Plástico

1.4.3. Proveedores de repuestos

Se considerará como repuesto del sistema mecánico, a todo aquel elemento que deba cambiarse periódicamente. Esto podrá arruinarse fácilmente o desgastarse.

Entre las unidades están: filtro de cerámica, aserrín y plata coloidal, manguera transparente de poliuretano de grado alimenticio, abrazaderas, codo hembra de polipropileno para manguera, codo de PVC hembra, entre otros. Los proveedores son los siguientes:

- Llamasa
- Mangueras Industriales S. A.
- Orion, S. A.
- Lacoplast
- High Seal
- Construfácil

1.5. Análisis de precios

El precio de venta del producto se determinará en función de el costo, impuestos, precios del mercado (competencia), margen de ganancia de la empresa y del intermediario. Respecto al mercado en el área de estudio es nula la oferta de equipos que utilizan un sistema mecánico; que está adaptado a un filtro de cerámica, arcilla y plata coloidal, para mantener y purificar agua en tiempo real.

1.5.1. Análisis de precios en el mercado del municipio de San Lucas

En relación al mercado de San Lucas Sacatepéquez, el servicio de garrafón es la fuente de agua pura que más se utiliza con un 83,11 %, según tabla V.

Tabla XIII. Precios de venta en San Lucas Sacatepéquez

Empresa	Precio de venta por cada garrafón
Agua Pura Salvavidas	Q 16,00
Purificadora Agua Glaciar	Q 7,00
Purificadora Agua y Vida	Q 5,00

Fuente: elaboración propia.

El precio de venta del equipo purificador de agua está sujeto a los precios del mercado y la confianza de los clientes sobre una marca. La empresa líder en el país es Agua Pura Salvavidas siendo la única con cobertura a nivel nacional. A pesar de su costo mantiene una gran participación con la mayor cantidad de clientes, gracias a la confianza y seguridad brindada.

Según los datos presentados en la tabla XIII, la purificadora Agua y Vida, ofrece un garrafón simplemente por el precio de Q 5,00, siendo la empresa con mayores ventas, en el municipio de San Lucas Sacatepéquez. Los datos presentados en la tabla VIII, indican el consumo de 3 garrafones por semana, siendo un total entre 12-13 garrafones al mes, con un costo entre Q 60,00-Q 65,00, gastando al año Q 780,00.

Además Q 120,00 por la adquisición de nuevos envases de garrafón debido al desgaste sufrido, gastando en total por un año Q 900,00 y a los dos años una cantidad de Q1 800,00.

1.5.2. Estimación de precio de venta

El precio de venta se estimará con base en la ecuación de la figura 11, la cual representa el comportamiento del precio y demanda del equipo de purificación, en el municipio de San Lucas Sacatepéquez.

Para ello se halla el ingreso marginal, es decir el aumento de los ingresos totales por el costo de vender una unidad extra, obteniendo la siguiente ecuación:

$$IT = x (-7 \cdot 10^{-6} x^3 + 0,0035 x^2 - 0,4849 x + 88,535)$$

$$IT = -7 \cdot 10^{-6} x^4 + 0,0035 x^3 - 0,4849 x^2 + 88,535 x$$

$$Img = \frac{dIT}{dx}$$

$$Img = -28 \cdot 10^{-6} x^3 + 0,0105 x^2 - 0,9698 x + 88,535$$

Al igualar el punto donde la derivada del ingreso marginal es igual a 0, se obtiene el punto de equilibrio en el mercado del producto presentado en este trabajo de graduación. Asimismo, representa la máxima ganancia, dicho punto es $x = 293,73$, equivalente al 77,51 % de cobertura en el municipio de San Lucas Sacatepéquez.

Evaluando el valor que maximiza la demanda de $x = 293,73$, en la función obtenida de la figura 11, el precio óptimo es $f(x) = Q 70,68$, representando el punto de equilibrio con base en las expectativas de precio y demanda.

Precio de venta = Q 70,68

Precio de venta total del producto = Q 70,68 x 12 meses

Precio de venta total del producto = Q 848,16

La cantidad de Q 848,16 es el precio de compra final para el consumidor, es decir el precio de venta en el cual el intermediario o el vendedor final deben de vender al cliente el equipo de purificador de agua. El precio de venta que la empresa ofrecerá el equipo de purificación de agua al intermediario se calculará con base en los costos fijos, costos variables e impuestos, los cuales se exponen en el capítulo 5.

1.6. Canales de distribución

La distribución de un producto es aquella que hace referencia a la forma en que el producto se pone al alcance del consumidor. El empleo estratégico de la distribución en una compañía puede lograr fortalecer su posición en el mercado.

1.6.1. Identificación de los canales de distribución

Para la distribución del agua equipo de purificación se debe tomar en cuenta la cobertura en el municipio de San Lucas Sacatepéquez. El control sobre el producto y los costos en que se incurrirán al momento de hacer llegar el producto al mercado objetivo.

Para distribuir el equipo de purificación de agua y hacerlo llegar al consumidor final se emplearán los siguientes canales de distribución:

- Canal detallista: este es uno de los canales de distribución más comunes. El minorista es el encargado de vender directamente el producto a los consumidores de uno en uno. Los minoristas identificados en la región de estudio son: Ferretería Acuario San Lucas, Construfácil y Distribuidora Sactic.

Además el equipo de purificación de agua se comercializará por medio de iglesias ubicadas en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, comercializándolo con los miembros de su congregación, ya que existen pastores sin muchos recursos. Entre las iglesias más necesitadas están: Iglesia de Cristo Elim e Iglesia Evangélica Galilea.

- Canal mayorista: es el encargado de comprar y vender grandes cantidades de mercancías para venderlas a tiendas de menudeo, ferreterías pequeñas y otros comercios. Los mayoristas identificados en la región de estudio son: Distribuidora Jireh y Provedora Girón.

1.6.2. Ventajas y desventajas de los canales empleados

- Ventajas del canal detallista: facilita cuanto información requiera el cliente sobre las características del producto. Se encuentran situados cerca del consumidor, tienen buena conservación de producto y algunas empresas cuentan con exención de impuestos.

- Ventajas del canal mayorista: logra una mayor cobertura geográfica, penetrando en lugares en los cuales no pueden llegar las empresas productoras. Estos compran grandes cantidades de producto y aumentan el reconocimiento del equipo de purificación de agua.
- Desventajas del canal detallista: los inconvenientes que poseen el canal detallista es comprar en cantidades pequeñas, sino existe un buen *merchandising* el cliente no compra nada, no puede competir en precio con las grandes empresas.
- Desventajas del canal mayorista: tiene la gran desventaja de estar muy distante del consumidor final, no posee una percepción de la aceptación del producto, no dependen de una sola estructura. Es difícil controlar el producto, incurren en mayores costos de distribución y bajos márgenes de utilidad.

1.7. Plan comercial y publicidad

Es el ingrediente clave para que un negocio sea exitoso, concretando los objetivos de ventas y especificando de qué forma se conseguirán. La publicidad para el producto tendrá como objetivo persuadir al público meta con un mensaje comercial para que tome la decisión de compra del equipo de purificación de agua. Se resaltan las cualidades y el ahorro de dinero que tendrán los compradores.

1.7.1. Desarrollo del plan comercial para canales mayoristas

El plan comercial establecido para los mayoristas Distribuidora Jireh y Proveedor Girón debe de contener lo siguiente:

- **Objetivos:** aumento de volumen de ventas respecto de un mes al otro, comercializar en más puntos el equipo de purificación de agua. Posicionar el producto en el mercado de San Lucas Sacatepéquez, superar a la competencia.
- **Estrategias:** construir una cantera de clientes potenciales cada mes, a través de redes sociales, página web, visitas, llamadas por teléfono, presentaciones en eventos departamentales, visitas puerta a puerta, entre otros. Además es importante mantener una retroalimentación con las ferreterías, proveyendo toda la información acerca del equipo de purificación de agua que el cliente pueda necesitar para tomar la decisión, como lo son las pruebas fisicoquímicas y bacteriológicas de la calidad del agua, analizar las ferreterías donde existen ventas y en cuáles no para establecer las causas.

Utilizar material publicitario para dar a conocer los beneficios del producto por medio de volantes y afiches en las ferreterías. Capacitación mensual para los representantes de ventas, en la cual se abordarán temas como motivación, lenguaje corporal y técnicas de ventas.

- **Segmentación de clientes:** Por las características del producto, será comercializado para clientes del municipio de San Lucas Sacatepéquez pertenecientes a un nivel socioeconómico medio-bajo C2 y nivel bajo D.
- **Ventajas competitivas:** para establecer las ventajas competitivas del equipo de purificación de agua es importante resaltar el atributo más atractivo, siendo el ahorro de dinero respecto a los demás medios de purificación de agua. Además el producto proporciona comodidad al no quedarse sin agua para beber, facilidad para tomar y buen sabor.

- Margen de descuento: el margen de descuento autorizado para cada ferretería será sobre la cantidad que compren al mes, siendo un mínimo del 5 % al adquirir 25 equipos de purificación de agua y un máximo al adquirir más de 50.

1.7.2. Descripción de la publicidad

La publicidad del equipo de purificación de agua será mediante el uso de las redes sociales, volantes y afiches. Para la presentación del proyecto se llamará a la prensa, donde se repartirán brochures para que cada cliente pueda conocer el producto.

Figura 15. Publicidad del equipo de purificación de agua



Fuente: elaboración propia, con programa de Adobe Photoshop.

2. ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA

En este capítulo se define el proceso para la construcción del equipo de purificación de agua, detallando lo referente a aspectos técnicos y funcionales del proyecto.

2.1. Alcance del producto

El equipo de purificación de agua será primordialmente para uso domiciliario, con capacidad de mantener 14,5 litros de agua limpia al día, conectado a la tubería residencial, al suministro del lavatrastos, chorro de la pila o al lavaplatos.

Podrá abastecer de agua pura a una familia de aproximadamente entre 5 a 7 miembros, si se toma en cuenta el hábito saludable del consumo de 2 litros de agua al día.

2.2. Consideraciones técnicas para su construcción

Para la construcción de un sistema mecánico de purificación de agua se deben de tomar en cuenta varios factores que contribuirán en gran parte en el diseño y funcionamiento del equipo. Además utilizar los normativos de calidad del agua, requisitos legales en el manejo del agua y las especificaciones de los fabricantes de materias primas con el fin de brindar agua de calidad.

2.2.1. Normas de calidad

La aplicación de uno o de la combinación de varios de los procesos y sus correspondientes métodos de purificación debe tener como base el análisis previo de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, es decir las especificaciones contenidas en la Norma Coguanor NTG 29 001, Primera Revisión, o bien, la norma vigente de especificaciones para agua potable.

La Norma Coguanor NTG 29 001 establece los valores de las características que definen la calidad del agua apta para consumo humano, dicha norma se aplica a toda agua para consumo humano. Está destinada para alimentación y uso doméstico, que provenga de fuentes como: pozos, nacimientos, ríos, entre otros. Se excluyen las agua carbonatas, las cuales son cubiertas por normas específicas.

Existen normas internacionales como referencia, para la producción de agua potable, tal es el caso de las guías para la Calidad del Agua Potable de la OMS. 3ra. edición, Ginebra.

Esta norma internacional amplía significativamente la información acerca del modo de garantizar la inocuidad microbiológica del agua potable, en particular por medio de planes de salubridad del agua completos.

Además proporciona información sobre numerosos agentes patógenos transmitidos por el agua, contiene apartados nuevos que describen la aplicación de las guías en circunstancias de urgencia y catástrofes, agua consumida por viajeros, salubridad del agua en barcos y aviones.

2.2.2. Requerimientos necesarios del sistema mecánico

Un sistema mecánico es un sistema constituido principalmente por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función transformar y transmitir energía para la generación de movimiento. Este permite el flujo de un fluido o levantar cargas muy pesadas, entre otros.

Para diseñar el sistema mecánico se tomarán en cuenta los materiales de cada elemento. Principalmente en sus propiedades mecánicas, capacidad de transporte de fluido, mantenimiento, costo y vida útil.

2.2.3. Usos del sistema

Estos pueden ser variados, dependiendo de las necesidades del usuario y la capacidad del sistema mecánico de purificar 1 litro de agua por hora aproximadamente. Se presentan las siguientes características:

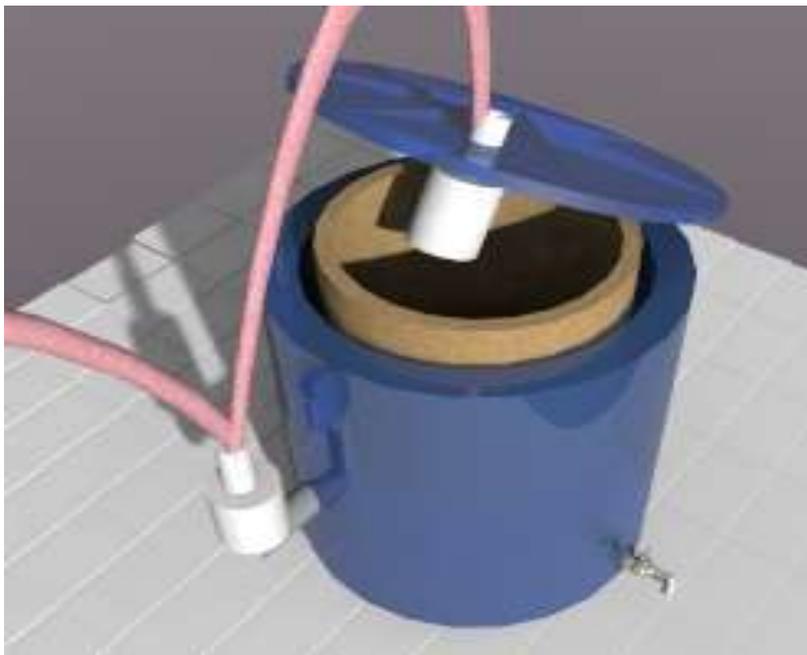
- Sistema domiciliar: idealmente para servir agua a una sola casa, debido a la capacidad estimada del sistema, abasteciendo de agua pura a una familia compuesta de 5 a 7 integrantes.
- Uso en oficinas: solamente puede suplir una demanda de 1-2 litros por hora de agua pura, pudiendo ser conectado a todos los grifos y bebederos de una oficina, contemplado para una demanda de 5 a 6 personas por equipo de purificación.

- Situaciones de emergencia: el sistema se puede adaptar para solventar las necesidades de agua potable en un evento catastrófico. Esto gracias a su diseño reducido de tamaño, permitiendo ser portable, solo con verter agua sobre el filtro de cerámica sin necesidad de estar conectado a una fuente de agua.

2.2.4. Esquema gráfico preliminar

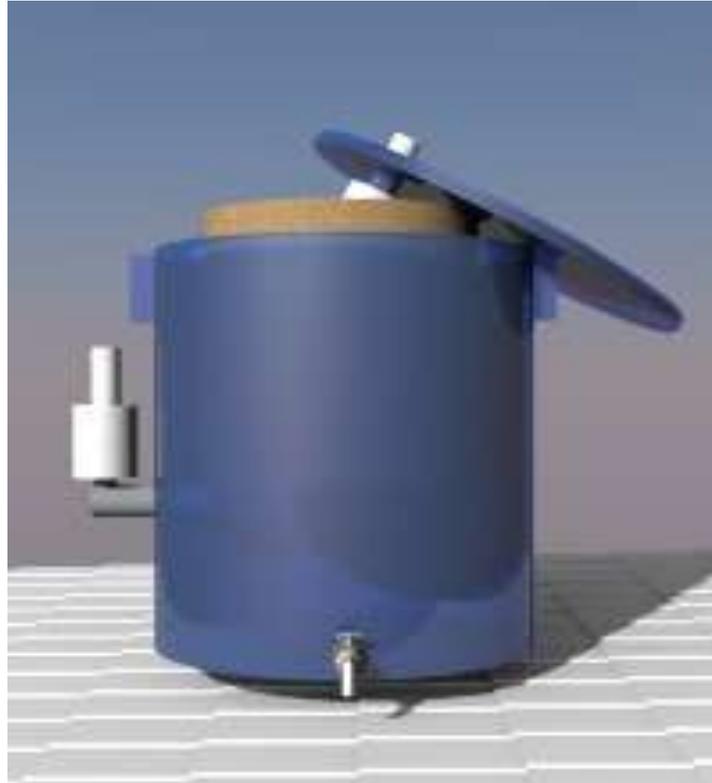
El sistema mecánico de purificación de agua está compuesto por 2 unidades funcionales separadas entre sí, con la finalidad de no permitir un rebalse de agua limpia en el fondo del recipiente de polietileno y durante el ingreso de agua sucia a la unidad filtrante.

Figura 16. **Esquema preliminar del equipo de purificación de agua**



Fuente: elaboración propia, empleando Sketchup.

Figura 17. **Vista frontal preliminar del equipo de purificación de agua**



Fuente: elaboración propia, empleando Sketchup.

2.3. Diseño del equipo

Se fundamentó en almacenar una cantidad mayor de 10 litros de agua pura, tomando en cuenta la dosis recomendada de agua al día de 2 litros. Además incluye el uso de materiales resistentes a la oxidación, corrosión, que no transmitan sustancias tóxicas y no modifiquen olor, sabor y color.

2.3.1. Diseño de unidad funcional

Primero ingresa el agua sucia del grifo, tubería residencial o suministro de agua del lavatrastos, a través de la manguera con trenzado de acero inoxidable sobre hule EPDM. Este pasa por la válvula exterior y dirige el fluido hacia la unidad filtrante de cerámica, cuando el agua llega a un nivel de 6,5 litros, la válvula interior detiene el ingreso de agua.

Posteriormente el agua se filtra y al mismo tiempo ingresa al filtro artesanal, luego en el momento que hay 8 litros en el fondo del depósito, la válvula exterior detiene el ingreso de agua a la unidad filtrante y los 6,5 litros acumulados en el filtro de cerámica caen de nuevo, para tener 14,5 litros de agua limpia almacenados. Las válvulas de flote son para evitar un rebalse de agua limpia en el fondo del recipiente de polietileno y durante el ingreso de agua sucia a la unidad filtrante.

2.3.1.1. Unidad de ingreso de agua sucia

Para el ingreso de agua sucia se tiene contemplado 2 maneras de instalación para transportar el agua hacia a la unidad filtrante, siendo las siguientes:

- **Conexión al suministro de agua del lavatrastos:** se selecciona el punto de instalación en el lavatrastos, perforar la tarja con broca de 1/2 pulgada, cerrar la válvula de abastecimiento de agua, separar la manguera flexible, colocar el conector T de agua, colocar la manguera de nuevo y de último conectar un extremo de la manguera flexible al conector T y el otro extremo a la válvula exterior del equipo de purificación.

Figura 18. **Conexión al suministro de agua del lavatrastos**



Fuente: Roplas. *Conexión al suministro de agua del lavatrastos.*
<https://www.youtube.com/watch?v=xS2OoEnkhsK>. Consulta: 15 de mayo de 2015.

- Conexión al grifo: para conectar la manguera de con trenzado de acero inoxidable sobre hule EPDM al grifo, se necesitará de un adaptador hembra de PVC de 3/4" , reductor de PVC de 1/2", tubo PVC 315 psi de 1/2" con longitud de 5 cm y un adaptador macho PVC de 1/2"

Figura 19. **Conexión al grifo**



Fuente: Domicilio ubicado en San Lucas Sacatepéquez.

2.3.1.2. Unidad de filtración

Para el diseño del sistema mecánico de purificación de agua se utiliza un filtro artesanal hecho de aserrín, arcilla y plata coloidal.

- El aserrín se convierte en carbón activado durante el proceso, y este elimina todo mal olor, sabor y turbiedad del agua sin importar cuál sea su proveniencia (arroyo, río, pozo, laguna o lago).
- La arcilla crea canales microscópicos dentro de las paredes interiores de la unidad de filtración y atrapa todos los contaminantes que existan en el agua, incluyendo sólidos, bacterias y parásitos.
- La plata coloidal es un bactericida utilizado en todo el mundo para purificar el agua y no tiene ningún efecto secundario. Esta funciona como una segunda capa protectora para neutralizar a los contaminantes.

Figura 20. **Filtro artesanal**



Fuente: Ecofiltro. *Filtro artesanal*. <http://ecofiltro.com/es/ecofiltro-blanco-completo-ecofiltro-de-barro-completo-ecofiltro-ceramico-unidad-filtrante>. Consulta: 16 de mayo de 2015.

2.3.1.3. Unidad de agua purificada

La unidad de almacenamiento de agua purificada está fabricada de polietileno de alta densidad, material incoloro, no tóxico, fuerte y resistente a golpes y productos químicos. Además tiene el más elevado potencial de reciclaje mecánico.

La capacidad de almacenaje de agua pura en el recipiente de plástico de polietileno de alta densidad es de 14,5 litros. Este logra ser una fuente de agua pura para una familia de aproximadamente entre 5 a 7 miembros.

Figura 21. **Recipiente de polietileno de alta densidad**



Fuente: Inyectores de Plástico, S. A.

2.3.1.4. Materiales utilizados

Estos tendrán que cumplir con características para tener contacto con el agua potable y así evitar la transmisión de sustancias tóxicas, liberación de olores, colores, sabores, ser resistente a la corrosión, entre otros. Entre los materiales utilizados están:

- Válvula de *Nylon* PA66 interior de 1/2" con temperatura permisible de 70 °C.
- Válvula de *Nylon* PA66 exterior de 1/2" con temperatura permisible de 120 °C.
- 4 sellos hidráulicos de nitrilo 60 FDA.
- 2 tuercas de polipropileno.
- Codo niple NPT macho-hembra de acero inoxidable 316 L de 1/2".
- Copla NPT hembra de polipropileno de 1/2".
- Codo hembra de polipropileno para manguera de 1/2".
- Manguera de poliuretano de grado alimenticio transparente.
- 2 abrazaderas de 1/2".
- Codo de PVC hembra de 1/2".
- Manguera con trenzado de acero inoxidable sobre hule EPDM.
- Adaptador hembra de PVC de 3/4".
- Reductor de PVC de X 1/2".
- Tubo PVC 315 psi de 1/2".
- Adaptador macho PVC de 1/2".
- Pegamento para PVC.
- Llave de paso de agua de 1/4".
- Filtro de cerámica, aserrín y plata coloidal.
- Recipiente de polietileno.

2.3.1.5. Características

El sistema mecánico adaptado al filtro artesanal está conformado en su mayor parte de plástico y con algunas componentes fabricados de acero inoxidable. En el caso de los plásticos, estos poseen la mayoría de las características recomendables al ser materiales inocuos, resistentes a la corrosión, baja conductividad térmica y eléctrica.

Reconociendo la necesidad de contar con plásticos saludables para el ser humano y seguros para almacenar agua, se utiliza como referencia algunas normas, estas son: los estándares de la Agencia de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA), las normativas generales para envases plásticos en contacto con alimentos del Mercado Común del Sur (Mercosur) y la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF). Con base en las normativas descritas anteriormente para la selección de materiales autorizados que no modifican la composición, sabor o color del agua y no ceden componentes que constituyen un riesgo para la salud, se seleccionaron los siguientes materiales:

- Polietileno de alta densidad: es un polímero obtenido del etileno en cadenas con moléculas bastantes juntas. Su temperatura de ablandamiento es de 120 °C. Es un plástico incoloro, inodoro, no tóxico, fuerte, no absorbe humedad, excelente resistencia química y a la corrosión. Cumple con los estándares de la FDA, NSF y Mercosur.
- Nitrilo 60: elastómero a base de nitrilo, no contiene ninguna substancia prohibida por la FDA y NSF. Es una película reticulada que funciona como una barrera mucho más eficaz contra la entrada de químicos o contacto con el agua potable. Excelente resistencia al envejecimiento por medio ambiente, no absorbe humedad.

- Polipropileno: es un termoplástico muy duro, resistente a productos corrosivos y a sustancias químicas, opaco, no absorbe humedad y con gran resistencia al calor, se ablanda a una temperatura de 150 °C. Representa pocos riesgos, cumple con las normativas FDA y NSF.
- Poliuretano: es un polímero no tóxico conforme a los estándares FDA, resistente a la alta presión de vacío, inodoro e insípido, sin plastificante que pueda causar la contaminación, altamente resistente a la abrasión, con buena resistencia química, a la ultravioleta y al ozono.
- *Nylon* PA66: es una poliamida estructurada a partir de 2 materiales de partida, posee una buena rigidez, dureza, resistencia a la abrasión, estabilidad térmica, no se degrada, blando y flexible.
- Acero inoxidable 316 L: este tipo de acero es el más popular después del acero inoxidable tipo 304. Es un material apropiado para estar en contacto con los alimentos debido a que su composición incluye 2-3 % de molibdeno lo que previene la aparición de corrosión y mejora su resistencia a la misma. El acero 316L es una variante del 316 que tiene un contenido de carbono inferior, menor límite elástico y mejor soldabilidad.
- Policloruro de vinilo (PVC): es una combinación química entre carbono, hidrógeno y cloro. Es un material termoplástico, ligero e inerte, resistente a la intemperie (sol, lluvia, viento y aire marino), con elevada resistencia a sustancias químicas y rigidez. El uso de este material para el codo de 1/2 pulgada, adaptado a la válvula ubicada en el interior del filtro, no posee ningún problema, debido a que el agua no ha sido purificada por la unidad filtrante, evitando presentar un riesgo para el consumidor.

2.3.1.6. Dimensiones

El tamaño del equipo de purificación de agua debe ser compacto, práctico y no ocupar mucho espacio, para evitar inconvenientes con el usuario al momento de utilizarlo. Las dimensiones de cada elemento son las siguientes:

- Recipiente de polietileno de alta densidad: altura de 41 cm y diámetro de 32 cm.
- Válvula de *Nylon PA66* interior: altura de 12 cm y ancho de 6.2 cm, la figura 20 muestra las dimensiones de la válvula.

Figura 22. **Válvula de *Nylon PA66* interior**



Fuente: Junyong Technology. *Valvula de Nylon PA66 interior*. <http://www.water-controller.com/English/Product/3912083833.html>. Consulta: 20 de mayo de 2015.

- Válvula de *Nylon PA66* exterior: altura de 13,5 cm y ancho de 6,2 cm. La figura 21 muestra las dimensiones de la válvula.

Figura 23. **Válvula de *Nylon PA66* exterior**



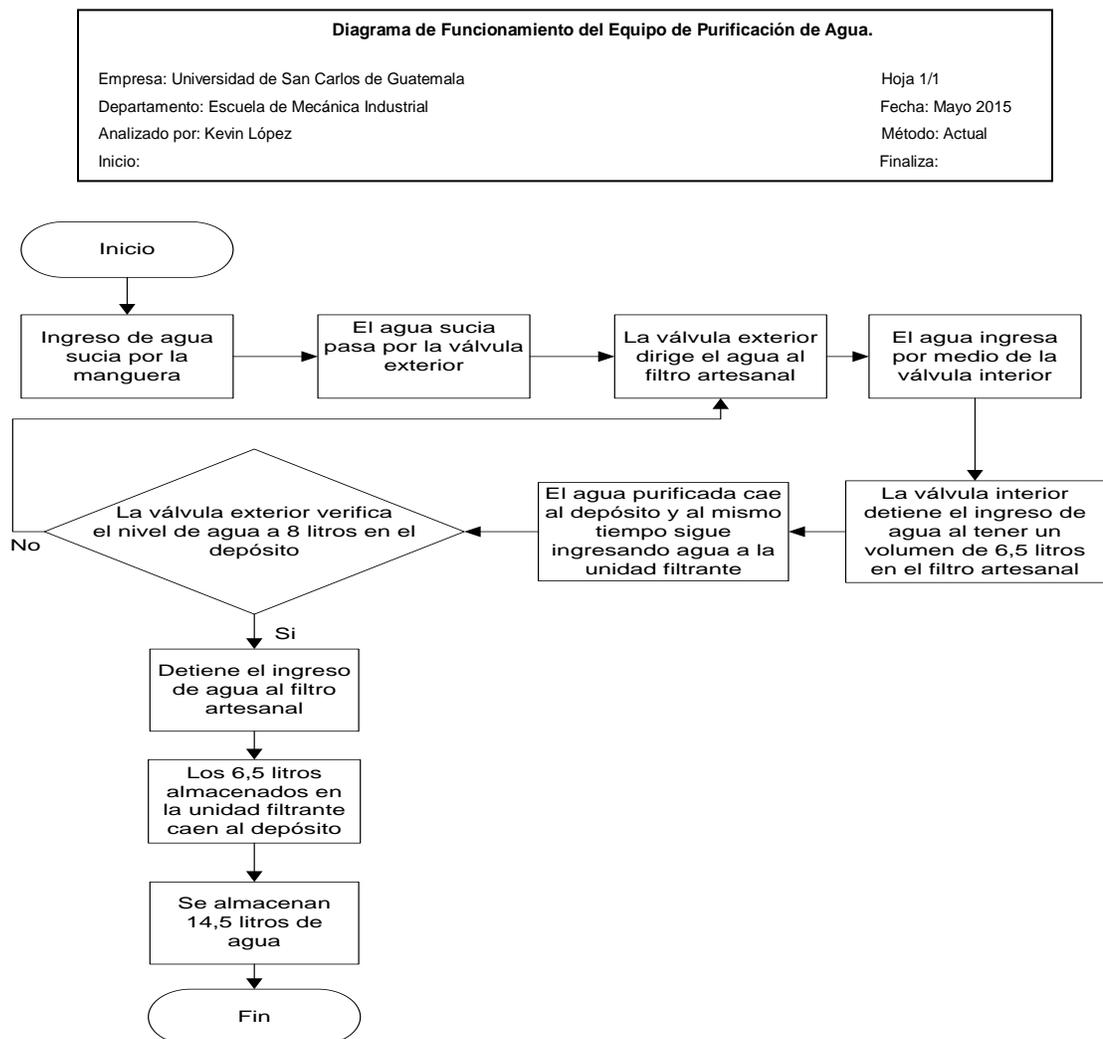
Fuente: Junyong Technology. *Valvula de Nylon PA66 exterior*. <http://www.water-controller.com/English/Product/0423564428.html>. Consulta: 20 de mayo de 2015.

- Unidad filtrante: altura de 24 cm y diámetro de 26 cm sin pestañas
- Manguera de poliuretano: longitud de 41 cm

2.3.1.7. Diagramas de funcionamiento

Son una guía que ayudan a comprender la manera en que funciona el equipo de purificación de agua, cómo logra evitar el rebalse de agua en la unidad filtrante y almacenar agua pura en el recipiente de polietileno, logrando ser un ciclo continuo de agua potable.

Figura 24. Diagrama de funcionamiento del equipo de purificación



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

2.4. Construcción del prototipo

El prototipo debe ser desarrollado usando las herramientas adecuadas, los mejores materiales, piezas fáciles de obtener en el mercado nacional e internacional, ahorrando todo lo posible de dinero para su construcción.

La construcción del equipo se realizó en un mes. Esto debido a las dificultades del diseño, la búsqueda de proveedores para vender materiales que cumplieran con estándares FDA, verificación de válvulas que pudieran controlar los niveles de agua en el recipiente de polietileno y en la unidad filtrante. Además de la inexperiencia en evitar fugas y falta de conocimiento técnico.

No obstante el conocimiento técnico se adquirió mediante la práctica e investigación durante la construcción del equipo de purificación de agua. Para lograr que fuera un sistema completo en equilibrio y estar conectado las 24 horas del día a un suministro de agua sin tener ningún inconveniente con el usuario.

2.4.1. Registro de actividades para la construcción

En un producto es primordial y esencial tener un registro de actividades, para tener un control sobre los pasos de su desarrollo. La tabla XIV muestra todas las acciones durante el proceso de construcción sin detallar los inconvenientes y la búsqueda de materiales.

Tabla XIV. Registro de actividades para su construcción

Día	Acciones
07/04/2015	Compra de válvulas a Junyong Technology.
08/04/2015	Pago a DHL para el envío de las válvulas.
09/04/2015	Compra de la unidad filtrante y recipiente de polietileno.
10/04/2015	Compra de sellos hidráulicos.
13/04/2015	Compra de tuercas, manguera de poliuretano y abrazaderas.
14/04/2015	Compra de codos PVC y manguera flexible con trenzado.
15/04/2015	Pago de impuestos de importación e IVA de las válvulas.
16/04/2015	Compra de adaptador, reductor, tubo PVC y llave de paso.
17/04/2015	Corte de tubo PVC a 5 centímetros, pegado del adaptador hembra de 3/4" con reductor de PVC 1/2" y adaptador macho de PVC de 1/2".
18/04/2015	Prueba de válvula interior y exterior de <i>Nylon</i> PA66.
20/04/2015	Perforación de agujeros en el recipiente de polietileno.
21/04/2015	Colocación de llave de paso con sus sellos hidráulicos y tuercas.
22/04/2015	Colocación de codo de acero inoxidable 316 L con la copla de polipropileno de 1/2" en el recipiente de polietileno.
23/04/2015	Ensamble de la válvula exterior con el codo de acero inoxidable 316 L.
25/04/2015	Pegado de válvula interior en la tapadera del recipiente de polietileno.
27/04/2015	Colocación de codo PVC hembra de 1/2" a la válvula interior.
28/04/2015	Ensamble de codo hembra de polipropileno para manguera de 1/2" a cada válvula.
29/04/2015	Colocación de cada extremo de la manguera transparente de poliuretano con cada codo hembra de polipropileno de 1/2".
30/04/2015	Fijación de abrazaderas en cada extremo de la manguera transparente.
01/05/2015	Colocación de la manguera flexible con trenzado al reductor de tubería.
02/05/2015	Ensamble de la manguera flexible con trenzado a la válvula exterior.
03/05/2015	Apertura del grifo de agua.
04/05/2015	Prueba preliminar.
05/05/2015	Ajustes.
07/05/2015	Colocación de teflón en el grifo de agua para evitar fugas.
08/05/2015	Prueba final.

Fuente: elaboración propia.

2.4.2. Fotografía del equipo construido

El equipo se ensambló y construyó en una casa ubicada en San Lucas Sacatepéquez. Se realizaron todas las pruebas pertinentes para probar su funcionamiento, evaluando como cliente el producto. A continuación se muestra el equipo de purificación de agua en su totalidad, conectado a un grifo de agua en la cocina.

Figura 25. Vista perfil del equipo de purificación de agua



Fuente: Domicilio ubicado en San Lucas Sacatepéquez.

En las fotografía se observa la conexión del grifo a la válvula exterior y cómo esta controla el nivel de agua en el recipiente de polietileno mediante el codo de acero inoxidable 316 L. Además la manguera transparente de poliuretano adaptada en un extremo para transportar el agua a la unidad filtrante.

Figura 26. **Equipo de purificación de agua sin conexión**



Fuente: Domicilio ubicado en San Lucas Sacatepéquez.

2.5. Pruebas

Para la verificación de las características que definen la calidad del agua potable para consumo humano es necesario utilizar como referencia la Norma Coguanor NTG 29 001. En ella, se describen los valores máximos permitidos bacteriológica, físico y químicamente de sustancias presentes en el agua para consumo humano, utilizando como referencia el límite máximo aceptable (LMA) y el límite máximo permisible (LMP).

El límite máximo aceptable, se refiere al límite donde el agua es aceptable sensorialmente y el límite máximo permisible es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual, el agua no es adecuada para consumo humano.

La Norma Coguanor NTG 29 0001 establece como requisito mínimo para definir como agua pura apta para ser humano, un análisis microbiológico y un análisis fisicoquímico. El análisis microbiológico examina coliformes totales y *escherichia coli*. Mientras que un análisis fisicoquímico evalúa el color, turbiedad, potencial de hidrógeno (pH), conductividad, cloro residual libre, cloruros, dureza total, sulfatos, calcio, magnesio, nitratos, nitritos, hierro total y manganeso total.

2.5.1. Resultados de pruebas

Para la realización de las pruebas de verificación de las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua se tomó una muestra del agua, antes de purificar y otra después de la purificación. El análisis de las muestras fue en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Análisis fisicoquímico antes de purificar: la muestra de agua es previa al proceso de purificación.

Tabla XV. **Resultados de análisis fisicoquímico antes de purificar**

Resultados					
1. Aspecto	Clara	4. Olor	Inodora	7. Temperatura (en el momento de muestra)	°C
2. Color	20 000 unidades	5. Sabor	-----	8. Conductividad eléctrica	270,00 μ mos/cm
3. Turbiedad	00,65 UNT	6. Potencial de Hidrógeno (pH)	06,16 unidades	9. Sólidos disueltos	143,00 mg/L
Sustancias		mg/L	Sustancias		mg/L
1. Amoníaco (NH ₃)		00,02	6. Cloruros (Cl)		16,00
2. Nitritos (NO ₂)		00,017	7. Fluoruros (F ⁻)		00,17
3. Nitratos		30,40	8. Sulfatos (SO ₄ ⁻²)		05,00
4. Cloro residual		--	9. Hierro Total (Fe)		00,03
5. Manganeseo (Mn)		00,010	10. Dureza Total		116,00
Alcalinidad (Clasificación)					
Hidróxidos (mg/L)		Carbonatos (mg/L)		Bicarbonatos (mg/L)	
00,00		00,00		110,00	
Alcalinidad Total (mg/L)					
110,00					

Fuente: examen fisicoquímico realizado por el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Análisis fisicoquímico después de purificar: la muestra fue tomada después de la purificación.

Tabla XVI. **Resultados de análisis fisicoquímico después de purificar**

Resultados					
1. Aspecto	Clara	4. Olor	Inodora	7. Temperatura (en el momento de muestra)	°C
2. Color	04,00	5. Sabor	-----	8. Conductividad eléctrica	123,70 μ mhos/cm
3. Turbiedad	00,33 UNIT	6. Potencial de Hidrógeno (pH)	07,00	9. Sólidos disueltos	66,00 mg/L
Sustancias		mg/L	Sustancias		mg/L
1. Amoniac (NH ₃)		00,04	6. Cloruros (Cl)		12,00
2. Nitritos (NO ₂)		00,012	7. Fluoruros (F ⁻)		00,26
3. Nitratos		04,20	8. Sulfatos (S ₀₋₂₄)		03,00
4. Cloro residual		--	9. Hierro Total (Fe)		00,02
5. Manganeso (Mn)		00,003	10. Dureza Total		74,00
Alcalinidad (Clasificación)					
Hidróxidos (mg/L)		Carbonatos (mg/L)		Bicarbonatos (mg/L)	
00,00		00,00		68,00	
Alcalinidad Total (mg/L)					
68,00					

Fuente: examen fisicoquímico realizado por el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Análisis bacteriológico antes de purificar: los resultados de la muestra previa al proceso de purificación.

Tabla XVII. **Resultados del análisis bacteriológico antes de purificar**

Resultados			
Sabor	----	Sustancias en Suspensión	Ligera Cantidad
Aspecto	Claro	Cloro residual	-----
Olor	Inodora		
Investigación de Coliformes (Grupo Coli-Aerogenes)			
Pruebas normales	Prueba presuntiva	Prueba confirmativa	
		Formación de gas	
Cantidad Sembrada	Formación de Gas 35 °C	Total	Fecal 44,5 °C
10,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
Resultado: Número más probable de gérmenes coliformes/100cm ³		< 2	< 2

Fuente: examen bacteriológico realizado por el Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Análisis bacteriológico después de purificar: los resultados de la muestra después del proceso de purificación.

Tabla XVIII. **Resultados del análisis bacteriológico después de purificar**

Resultados			
Sabor	----	Sustancias en suspensión	No hay
Aspecto	Claro	Cloro residual	-----
Olor	Inodora		
Investigación de Coliformes (Grupo Coli-Aerogenes)			
Pruebas Normales	Prueba Presuntiva	Prueba Confirmativa	
		Formación de Gas	
Cantidad Sembrada	Formación de Gas 35 °C	Total	Fecal 44,5 °C
10,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
Resultado: Número más probable de gérmenes coliformes/100cm ³		< 2	< 2

Fuente: examen bacteriológico realizado por el Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.5.2. Interpretación de pruebas

Al concluir con análisis de las muestras tomadas se procede a interpretar los resultados. Esto para determinar si realmente el agua posterior al proceso de filtración es apta para el consumo humano.

- Prueba fisicoquímica: respecto los resultados de las pruebas realizadas, se observa una disminución en los niveles de contaminantes, de sustancias presentes en el agua tales como: nitritos, nitratos, cloro residual, manganeso, cloruros, fluoruros, sulfatos y hierro total.

- Algo muy significativo es el descenso de la turbidez del agua de 0,65 UNT a 0,33 UNT, es decir un 55,77 %. Al igual que una reducción de sólidos disueltos de 143,00 mg/L a 66,00 mg/L.
- Además es importante mencionar que el pH del agua después de purificar aumentó, debido al uso del carbón activado. Los valores de pH son: 6,16 antes de purificar y 7,0 después de purificar.
- Prueba bacteriológica: las condiciones bacteriológicas del agua antes de purificar son muy buenas, pero lo único preocupante son las sustancias en suspensión presentes que pueden afectar la salud del consumidor. Posterior a la filtración, mediante el equipo de purificación, se observa que no existe presencia alguna de sustancias en suspensión, concluyendo que el agua es potable.

2.6. Plan de mantenimiento

La clave para que el equipo de purificación de agua permanezca en óptimas condiciones es el cuidado y el mantenimiento preciso. Además, se conservará la validez de la filtración del filtro, prolongar la vida útil del sistema de válvulas y garantizar agua pura para consumo humano.

2.6.1. Mantenimiento para las válvulas de flote

El mantenimiento de las válvulas en servicio suele estar limitado a apretar los tornillos de la unión del flote, ajustar las abrazaderas, sellos hidráulicos, tuercas de fijación, una limpieza interna con un paño húmedo y uno seco para lograr un correcto funcionamiento.

Cuando suceda un goteo, abrir la tapa de la parte inferior de la válvula, desalojar la basura que está ocasionando el problema y este debe ser detenido. Asegúrese que la tapa este bien apretada hacia abajo evitando inconvenientes con el flotador. El cambio de válvulas es cada 5 años en el equipo de purificación, según recomendación del proveedor.

2.6.2. Mantenimiento para la unidad de filtración

Es primordial para asegurar la limpieza y purificación del agua para el consumidor, por lo que si no se realiza se estará evitando que el filtro cerámico elimine sedimentos, parásitos, bacterias, mal olor, color y sabor del agua. Respecto a lo anterior se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Para asegurar el funcionamiento adecuado del filtro, deberá limpiar la unidad de filtración cada tres meses.
- Sin sacar la unidad de filtración del recipiente, coloque el Ecofiltro completo en un área previamente desinfectada para limpiarlo.
- Con las manos limpias y recién lavadas, coloque un paño limpio sobre la mesa y ponga la unidad de filtración sobre él. Nunca toque la base del filtro, tómelo solamente de la orilla.
- Con una esponja nueva que se usará exclusivamente para limpiar el filtro, limpie primero la parte exterior, quitando cualquier suciedad. Luego, lave la unidad de filtración usando agua limpia y filtrada.

- Lave la esponja con agua filtrada y limpie de la misma manera la parte interior del filtro. Recuerde que el filtro debe ser lavado únicamente con agua filtrada. No utilice jabón ni cloro. Use exclusivamente una esponja nueva y agua filtrada.
- Coloque dos paños limpios sobre la mesa y coloque el filtro invertido sobre los paños. Cubra el filtro limpio con otro paño para evitar que el polvo o insectos caigan sobre él.
- Lave las partes externas del filtro (el recipiente externo de plástico, la tapa, el grifo) con jabón y agua filtrada.
- Cambie la unidad de filtración cada dos años.

2.7. Departamento de Producción

Es el corazón de cada empresa, sin él no hay productos para vender a los clientes, determinando cuántos de esos productos se pueden producir en un cierto tiempo determinado. Su principal labor es asegurar que los productos cumplen con las expectativas de calidad de los clientes.

2.7.1. Localización de la planta

La planificación de la localización y distribución se encuentran dentro de los peligros industriales antes de operar. Estos peligros durante la planeación son mínimos, pero pueden ser mayores logrando causar pérdidas en la operación.

Por lo tanto, es fundamental tener una buena localización la planta que permita fabricar el equipo de purificación de agua sin ningún contratiempo y una óptima distribución con la finalidad de tener un correcto flujo de operaciones, evitando demoras innecesarias al operar.

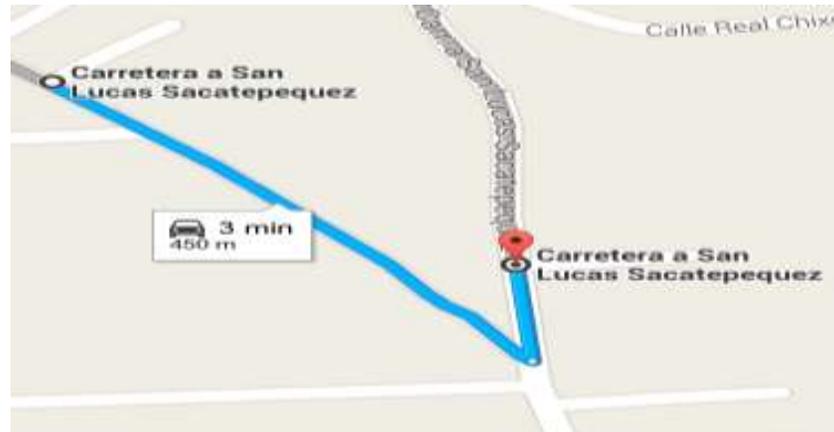
2.7.1.1. Localización

Una localización óptima requiere del análisis de diversos factores, tales como el aspecto económico, social, tecnológico y del mercado entre otros. Por inconvenientes de capital bajo, no se puede construir inicialmente una nueva planta, para lo cual se contempla alquilar una bodega y remodelarla de acuerdo a las necesidades de fabricación del equipo de purificación de agua. La remodelación incluye: iluminación, construcción de oficinas, bodegas y áreas operativas.

Es fundamental buscar una solución céntrica, para reducir la distancia de la empresa a los recursos y al mercado, logrando producir y distribuir producto hacia los diferentes puntos del municipio de San Lucas Sacatepéquez a un costo bajo.

La bodega se eligió con base en el precio más bajo de alquiler, cercanía al municipio de San Lucas Sacatepéquez y con proyección para ampliarla en el futuro, siendo localizada en el Lote 17, por la Cooperativa Cuatro Pinos, en el municipio de Santiago Sacatepéquez a 450 m de la carretera principal para San Lucas Sacatepéquez.

Figura 27. **Localización de la bodega**



Fuente: Google Maps. *Localización de la bodega*. <https://www.google.com.gt/maps/dir/14.6290039,-90.6656125/14.6274008,-90.663355/@14.6256701,-90.6644431>. Consulta: 27 de mayo de 2015.

2.7.1.2. Tamaño

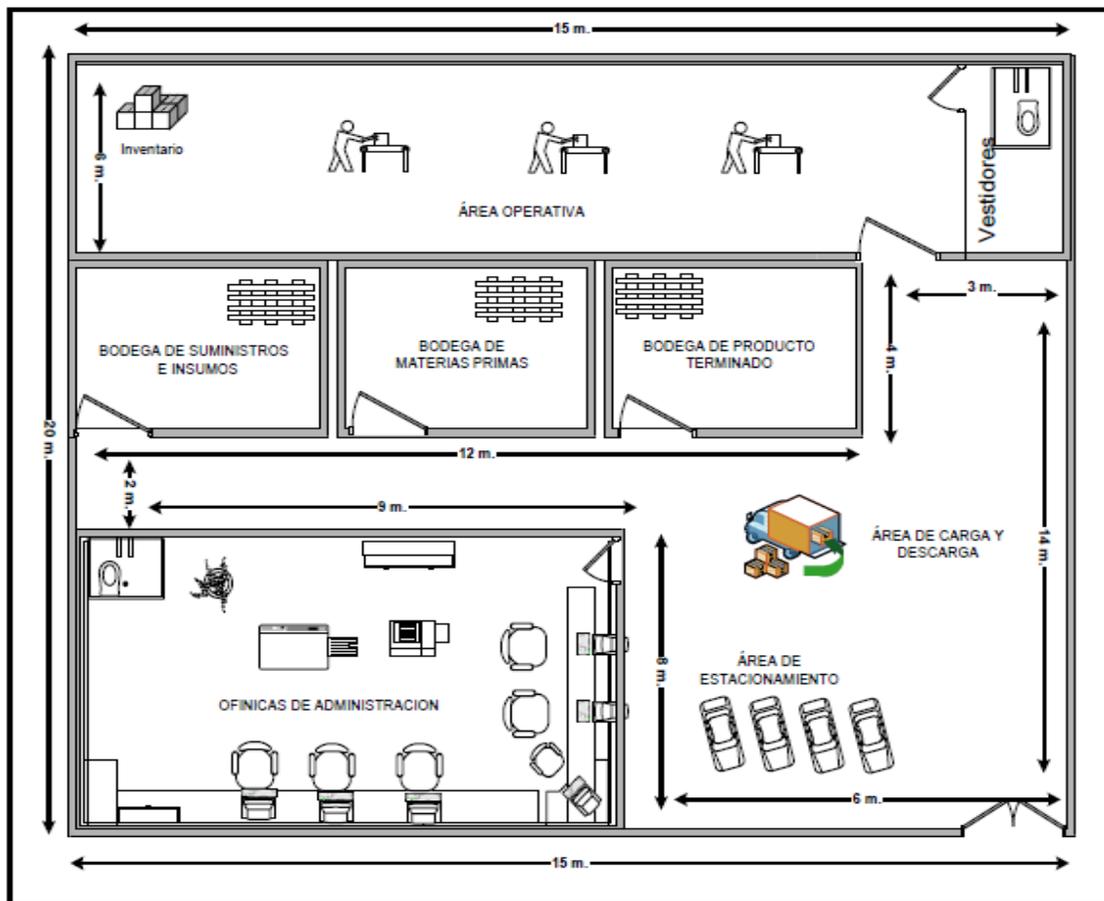
Las dimensiones de la bodega a alquilar son 15 m de largo y 20 m de ancho. Cuenta con menos columnas para obtener mayor flexibilidad de distribución de las instalaciones en el piso de la fábrica. La bodega, al ser de un nivel posee numerosas ventajas. Estas son: rutas de trabajo más eficientes, donde se realizarán inspecciones fáciles y eficaces. También flexibilidad para futuros cambios en la instalación, mejor control de recursos y personal, entre otros.

2.7.1.3. Distribución

Una apropiada distribución de la fábrica debe permitir entre otras cosas, dotar condiciones de trabajo aceptables, brindar seguridad, bienestar para los colaboradores y una operación económica.

Se propone realizar una distribución por producto, también conocida como distribución de flujo de taller o flexible. “Una distribución de flujo de flexible es aquella en la que el equipo o los procesos de arreglan de acuerdo con los pasos consecutivos que sigue la fabricación del producto”⁷. En la figura 28 está la distribución de la planta industrial, la escala utilizada es 1:40.

Figura 28. **Distribución de la planta industrial**



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

⁷ CHASE Richard; JACOBS Robert; AQUILANO Nicholas. *Administración de Operaciones y Cadena de Suministros*. p. 232.

A continuación se detallan cada una de las áreas que conforman la planta industrial:

Tabla XIX. **Distribución de áreas**

Detalle	Área	Área total (m²)
Bodegas	12 m x 4 m	48
Oficinas	9 m x 8 m	72
Vías de acceso y estacionamiento	10 m x 6 m; 3 m x 4 m; 9 m x 2 m	90
Producción y operaciones	15 m x 6 m	90
Total		300

Fuente: elaboración propia.

2.7.2. Diagrama de operaciones del proceso

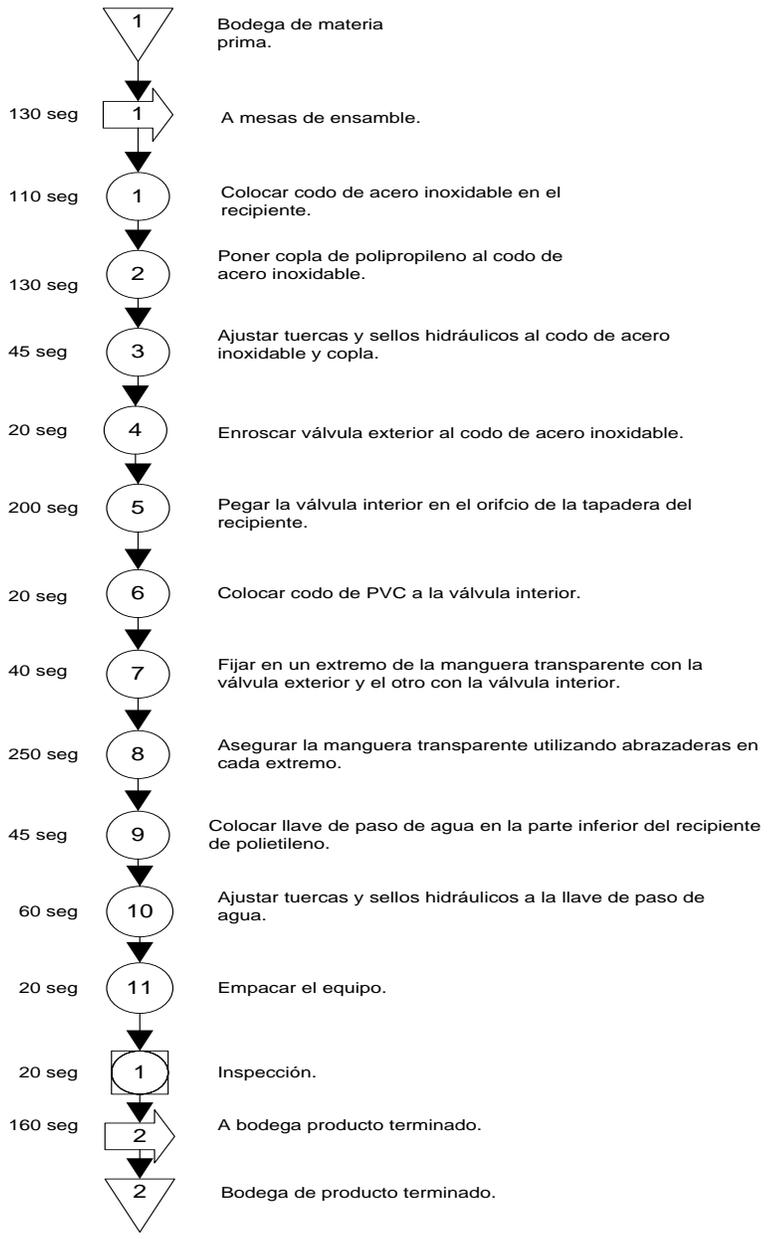
Es una herramienta gráfica paso a paso para representar las actividades involucradas dentro de un proceso, identificándolos mediante símbolos; incluye, además, toda la información necesaria para el análisis, tal como: distancias recorridas y tiempo requerido.

Además permite visualizar la cantidad total de operaciones, inspecciones, transportes, almacenajes y demora, logrando estandarizar la producción de cada componente durante el proceso productivo del producto.

Para la fabricación del equipo de purificación se usa el siguiente diagrama de operación, representado en la figura 29:

Figura 29. Diagrama de operación del proceso

Diagrama de Operaciones del Proceso	
Fabricación del equipo de purificación de agua	
Empresa: Universidad de San Carlos de Guatemala	Hoja 1/1
Departamento: Escuela de Mecánica Industrial	Fecha: Mayo 2015
Analizado por: Kevin López	Método: Actual
Inicio:	Finaliza:



Resumen			
Símbolo	Operación	Cantidad	Tiempo (Segundos)
○	Operación	11	940
◻	Combinación	1	20
➡	Transporte	2	290
D	Demora	0	
▽	Bodega	BMP = 1 BPT = 1	-
Total			1250

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

2.7.3. Servicios requeridos

Entre los servicios que se consideran indispensables para la empresa son los siguientes:

- Energía eléctrica
- Servicio de agua
- Servicio telefónico, con posibilidad de instalación de *wifi*

2.7.4. Control de calidad

Es un proceso indispensable para asegurar que los productos y servicios cumplirán con la satisfacción del cliente. A continuación se describe el control de calidad de manera breve:

- La metodología para el manejo de inventarios será bajo PEPS, con la finalidad de mantener la materia prima en las mejores condiciones.
- Durante el proceso de fabricación del equipo de purificación de agua, se inspecciona el producto antes de trasladarlo a la bodega de producto terminado.
- El gerente general tiene el deber de estar supervisando diariamente el desempeño del personal y el proceso productivo con el fin de resolver posibles fallas.
- Al entregar un pedido, si este no reúne con los requisitos del producto no será entregado, es decir la unidad filtrante debe de estar en buen estado sin ninguna rajadura, igual que los demás componentes del equipo.

2.8. Escala de producción mensual

En la proyección de demanda realizada, según tabla XII, se proyecta una demanda anual de 1 354 equipos de purificación de agua anual, siendo 113 equipos a producir por mes. Si se trabaja en una jornada de 5 horas con 30 minutos los días sábados y domingos en el horario de 14:00 a 19:30 hrs, con 35 minutos para la refacción, la producción mensual será:

- Días a trabajar al mes: 8 días al mes
- Ritmo de trabajo: 1 unidad cada 1 250 segundos
- Horas al mes: 39,33 horas al mes
- Producción mensual: $39,33 \text{ horas/mes} \times 60 \text{ minutos/1hora} \times 60 \text{ segundos/1 minuto} = 141\ 160 \text{ s} \times 1 \text{ unidad/1 250 s} = 113 \text{ equipos}$

2.8.1. Estudio de tiempos aproximados

Para producir un equipo de purificación de agua, el tiempo estimado es 1 250 segundos, trabajando solo un colaborador según figura 27. Siendo en total 11 operaciones, 2 transportes y una inspección de calidad.

3. ESTUDIO ADMINISTRATIVO-LEGAL

Es indispensable, para poner en funcionamiento una empresa tomar en cuenta todos los aspectos legales, fiscales, laborales, el establecimiento de las fuentes y métodos de reclutamiento, el proceso de selección y la estructura organizacional.

3.1. Estructura organizacional

La definición de una estructura organizacional es fundamental para el desarrollo óptimo de cada una de las funciones de las personas que pertenecen a la empresa. Se promueve la superación constante de los colaboradores y desarrollo de su capital humano.

3.1.1. Misión

Comercializar el mejor y más innovador equipo de purificación de agua manteniendo el mejor y más alto estándar de calidad enfocado en las necesidades del hogar.

3.1.2. Visión

Para 2020 ser reconocidos por ofrecer la mejor alternativa de purificación de agua en San Lucas Sacatepéquez, promoviendo siempre la innovación y satisfacción a los clientes.

3.1.3. Objetivos

- Ser la empresa líder en el municipio de San Lucas Sacatepéquez en todo servicio y producto de agua pura.
- Incrementar en 2 % las ventas en el segundo año, en el tercer y cuarto año a un 5 % y en el quinto año al 7 %.
- Lograr ser reconocidos por el ahorro que representa la compra del equipo de purificación de agua respecto a los garrafones, filtros UV y ozono.

3.1.4. Valores

La empresa se fundamenta; para que el fruto del trabajo de cada colaborador se transforme siempre en la satisfacción completa de los clientes, lográndolo mediante el cumplimiento de valores morales.

Entre los valores morales indispensables para lograr la satisfacción de los clientes están:

- Compromiso: asumir el compromiso por fabricar los mejores y más óptimos equipos de purificación de agua, siempre trabajando al máximo sin importar el cansancio.
- Honestidad: ser siempre recatado, trabajando siempre con la verdad y nunca robarle a la empresa. Tratar de hacer siempre lo correcto, siendo francos con cada uno de los compañeros.

- Temor de Dios: es el principio de la sabiduría, logrando que cada colaborador realice sus labores con respeto y rectitud delante de Dios.
- Lealtad: el trabajador debe respetar y guardar toda información de la empresa, sin murmurar o comentar a nadie.
- Pasión por ser los mejores: no conformarse con el estado actual del negocio, buscar nuevas opciones que permitan ser más eficientes, siendo decididos a poner todo el esfuerzo para el crecimiento de la empresa.

3.1.5. Política de calidad

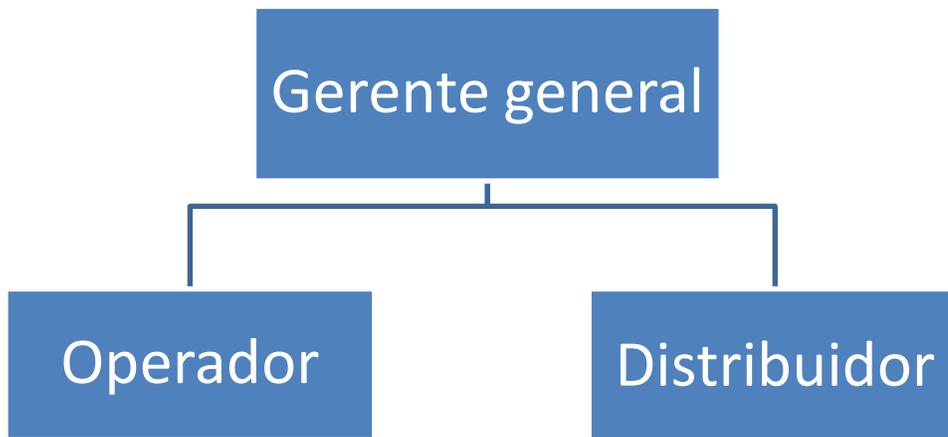
El proceso de fabricación del equipo de purificación de agua tendrá un estricto control en cada proceso, conservando siempre el buen funcionamiento de cada componente. Para asegurar la satisfacción del cliente, la empresa brindará garantía del equipo de purificación de agua.

3.1.6. Organigrama de la organización

La estructura organizacional para la empresa propuesta es simple con el fin de mantener costos bajos de operación, siendo solamente 1 operador, 1 distribuidor y el gerente general. El servicio de contabilidad se subcontratará con el fin de ahorrar el pago de planilla y prestaciones. Con respecto a los salarios, para el operador y el distribuidor se propone un salario de Q 13.02 la hora. Los salarios propuestos por hora son mayores a los establecidos de conformidad con el Acuerdo Gubernativo No. 470-2014, del Ministerio de Trabajo de Guatemala.

Por lo tanto la estructura administrativa para la empresa es la siguiente:

Figura 30. **Organigrama de la organización**



Fuente: elaboración propia.

3.2. Aspectos legales

Para que la idea de un producto innovador se convierta en realidad, hace falta mucho más que imaginación, creatividad y dinero. Los aspectos legales son uno de los temas más importantes y vitales para la creación de una empresa.

3.2.1. Análisis de puestos de trabajo

El análisis de puestos de trabajo es de suma importancia para la empresa, ayudando a identificar el puesto, tareas y responsabilidades determinando el perfil óptimo para cada plaza laboral.

- Gerente general: será la persona encargada de representar de manera jurídica, legal y financiera a la empresa. Es el responsable por las técnicas de negociación y comercialización, buscando estrategias efectivas para aumentar la rentabilidad de la empresa, mantiene y promueve nuevos mercado para la empresa, controla y estudia el desarrollo del cumplimiento de las metas de cada área de la compañía. Es el encargo de los cobros y supervisión de cada colaborador. El requisito de educación es ser ingeniero industrial, administrador de empresas o carrera a fin.
- Operario: tiene a su cargo las tareas de la toma física de inventarios, elaboración de informes y revisión de los procesos de la bodega. Se encargará de la manufactura de cada equipo de purificación de agua, inspeccionar al final del proceso de producción cada producto, dejar limpio el área de trabajo. El requisito de educación es bachillerato o inclusive tercero básico.
- El distribuidor es la persona con la responsabilidad de distribuir el producto en cada punto de venta, asegurando que el equipo de purificación de agua llegue en buenas condiciones sin ningún percance, debe poseer licencia de conducir vigente, con buenas relaciones interpersonales. El requisito de educación es sexto primaria.

3.2.2. Reclutamiento y selección de personal

Para la incorporación de personal se utilizarán métodos formales de reclutamiento necesarios para la selección de personal de manera eficiente, tales como: solicitud de empleo, recepción de hoja de vida, entrevista, estudio socioeconómico, investigación de referencias personales y laborales.

3.2.3. Prestaciones legales

Con base en el Código de Trabajo se establecen las prestaciones legales de ley vigentes, que tienen derecho cada trabajador en la empresa a partir de la fecha de suscripción del contrato. Estas se describen a continuación:

- **Salario o sueldo:** es la retribución que el patrono debe pagar al trabajador en virtud del cumplimiento del contrato de trabajo o de la relación de trabajo vigente entre ambos. El salario lo determina el patrono tomando en cuenta la intensidad y calidad del mismo.
- **Bonificación incentivo:** según decreto 37-2001, del Congreso de la República de Guatemala, es un pago mensual que se debe remunerar a los trabajadores junto al sueldo devengado cuyo monto establecido es Q 250,00.
- **Bono 14:** según decreto 42-92, del Congreso de la República de Guatemala es una bonificación anual que consiste en el pago de un sueldo ordinario que devenga el trabajador correspondiente a un año laborado, que va desde el 1 de julio de un año al 30 de junio del siguiente año. Si el trabajador no ha cumplido el año de trabajo se pagará proporcionalmente al tiempo laborado.
- **Aguinaldo:** según decreto 76-78, del Congreso de la República de Guatemala esta constituye el pago del 100 % de salario ordinario mensual correspondiente a un año de servicios continuos, que va desde el 1 de diciembre de un año al 30 de noviembre del siguiente año, siendo pagado el 50 % la primera quincena de diciembre y el otro 50 % la primera quincena del mes de enero del siguiente año.

Si el trabajador no tuviera el año completo de trabajo se procede a realizar el cálculo de pago en función del tiempo laborado.

- Vacaciones: todo trabajador tiene derecho a gozar quince días de vacaciones remunerados, siempre y cuando haya cumplido un año de labor de manera continua.
- Indemnización: es el pago realizado por el tiempo laborado equivalente a un mes de sueldo por cada año laborado en la empresa o proporcional si no tiene un año de trabajo en la empresa, siendo indemnizado cuando sea despedido por causas injustificadas.

3.2.4. Políticas laborales

El pago del salario de cada trabajador de la empresa será efectuado cada final de mes, siendo realizado por medio de un depósito bancario a las cuentas registradas para cada uno de los empleados. Para el pago de prestaciones laborales, se apertura una cuenta a plazo fijo, con el objetivo de ganar un beneficio adicional, ya que el porcentaje de intereses es mayor.

3.2.5. Patente del producto

Es el título de protección otorgado por el estado con respecto a una invención de excluir a terceros de copiar, comercializar o fabricar su invento, otorgándole derechos de propiedad al autor, pudiendo vender y producir lo patentado, con el fin de obtener un beneficio económico. Las patentes de invención son otorgadas por el Registro de Propiedad Intelectual (RPI).

Los costos para inscribir la patente del equipo de purificación de agua son los siguientes:

Tabla XX. **Costos de registro de patente**

Inversión por patente	Costo proyectado
Tasa de ingreso de la solicitud	Q 2 500,00
Costo de edicto	Q 50,00
Publicación en el diario oficial	----
Tasa de examen de fondo	Q 3 000,00
Inscripción en el libro de patentes o de registro	Q 450,00
Título	Q 50,00
Total de gastos RPI	Q 6 050,00

Fuente: elaboración propia.

Es importante resaltar la importancia de crear una marca comercial, ya que permite distinguir el equipo de purificación de agua entre productos similares, otorgando un valor agregado. La institución donde se inscribe una marca es el Registro de la Propiedad Intelectual, otorgando protección a la creatividad y originalidad aplicada. Los costos por inscribir y registrar una marca se detallan a continuación:

Tabla XXI. **Costo por registro de marca**

Inversión por marca	Costo proyectado
Presentación	Q 110,00
Formulario	Q 5,00
Emisión de edicto	Q 50,00
Inscripción	Q 90,00
Título	Q 50,00
Total de gastos RPI	Q 305,00

Fuente: elaboración propia.

3.2.6. Marco legal

El primer paso en el marco legal será la definición del tipo de sociedad mercantil que regirá a la empresa, luego cumplir con los trámites de inscripción, registro y operación que la ley establece dependiendo del tipo de empresa. Al inicio se debe buscar la asesoría de un abogado quién será el encargado de realizar los trámites de escritura de constitución de la sociedad.

La constitución jurídica para la sociedad será sociedad anónima, ya que tiene el capital dividido y representado en acciones, donde cada socio tiene una responsabilidad limitada en función del monto total de sus acciones.

Los pasos a seguir para la constitución de la sociedad son:

- Pago de impuestos de timbres fiscales de Q 250,00.
- Comprar el formulario de solicitud de inscripción para sociedad mercantil con un costo de Q 2,00, adjuntando original y fotocopia legalizada.
- Solicitar orden pago en ventanilla para la inscripción de la sociedad mercantil con un costo de Q 275,00 como base más Q 6,00 por cada millar de capital autorizado que tenga la sociedad, así como Q 15,00 por el edicto de honorarios que se publicará una vez en el diario oficial.
- Luego después de ocho días hábiles de la publicación en el diario oficial se presenta en el Registro Mercantil un memorial solicitando la inscripción de la sociedad, adjuntando el testimonio razonado y la publicación.

- Posteriormente se cancelan Q 200,00 para dar emisión a la patente de comercio de la sociedad.

Cuando la sociedad se encuentre inscrita definitivamente, se realizará el trámite para la inscripción de la propiedad de la sociedad, siguiendo los siguientes pasos:

- El primer paso es la compra del formulario de solicitud de inscripción de empresa mercantil y se cancela la cantidad Q 2,00.
- Luego se solicita la orden de pago en ventanilla y se cancela al banco una cantidad de Q100,00.
- Al tener efectuar la orden de pago se debe de presentar el expediente en las ventanillas receptoras, adjuntando el formulario correspondiente con firma autenticada del representante legal de la empresa, fotocopia del nombramiento del representante legal y fotocopia de patente de la sociedad.
- Al recibir la patente de comercio de la empresa se cancela la cantidad de Q 50,00 en timbres fiscales.

Al finalizar los trámites en el Registro Mercantil, se debe de inscribir la empresa como contribuyente en la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT), siendo los siguientes requisitos:

- Se debe de solicitar y completar el formulario de inscripción SAT-14, con un costo de Q 1,00.

- Luego se debe de presentar original o copia legalizada y fotocopia simple del documento personal de identificación (DPI).
- Presentar original o copia legalizada y fotocopia simple del testimonio de la escritura de la constitución.
- Al presentar el formulario SAT-0014 deberá de acompañarse con la solicitud de habilitación de libros, formulario SAT-0052 y la solicitud para autorización de impresión y uso de documentos y formularios, formulario SAT-0042.

Al concluir el trámite de inscripción se tiene que ir nuevamente al Registro Mercantil para que sean habilitados y autorizados los libros contables.

3.2.7. Marco fiscal

El marco fiscal se refiere a todo lo relacionado al tema tributario, contemplando los impuestos o tributos, responsabilidades, requisitos fiscales, recaudación, determinación, fiscalización e investigación.

Según Decreto 6-91 del Código Tributario los contribuyentes están obligados al pago de tributos, estableciendo el manejo de libros contables y registro de actividades con referencia a la tributación. Es de suma importancia la inscripción como contribuyente de impuestos ante la SAT y la emisión de facturas previamente autorizadas, con el fin de evitar el cierre temporal de la empresa o multas por el incumplimiento de ley.

- Ley del Impuesto Sobre la Renta (ISR): el decreto 26-92 del Congreso de la República, con su reforma 18-04, establece que se debe gravar la renta que obtenga toda persona, empresa u otra entidad legal. Para el pago del ISR, se puede optar por dos regímenes:
 - Régimen Simplificado sobre Ingresos: consiste en pagar el impuesto aplicando a la renta imponible una tarifa del 5 % en el rango de Q 0,01 a Q 30 000,00 y de Q 30 001,00 en adelante un importe fijo de Q1 500,00, además la emisión de facturas es con la frase “sujeto a retención definitiva”.
 - Régimen sobre Utilidades: se aplica un 31 % a la renta imponible, pagando el impuesto cada trimestre, elabora inventario y reporta existencias semestralmente. La emisión de facturas debe tener la frase “sujeto a pagos trimestrales”.
- Impuesto al Valor Agregado (IVA): es el impuesto que se paga al realizar una compra de algún bien o servicio. Está normado por el Decreto 27-92 del Congreso de la República, estableciendo que la tasa general del IVA es del 12 % del valor de cada producto o servicio. La empresa o persona debe de poseer un número de identificación tributaria (NIT) para estar inscrito dentro del régimen tributario. El impuesto al valor agregado se debe de cobrar al realizar una venta y reembolsar el impuesto pagado a otras empresas en toda compra efectuada, la diferencia de lo cobrado y lo pagado se entrega a la SAT.

3.3. Regulaciones guatemaltecas de calidad del agua

La calidad del agua potable es de suma importancia en todos los países del mundo, por su repercusión en la salud. En Guatemala existen normas que tienen por objeto fijar los valores de las características que definen la calidad del agua, siendo reguladas y publicadas por Coguanor del Ministerio de Economía. La Norma NTG 29 001 contiene las especificaciones para el agua pura de consumo humano, las siglas NTG se refiere a Norma Guatemalteca Obligatoria.

Para los datos como el color, olor, turbiedad, sustancias químicas y biológicas, existen límites máximos de concentración, siendo el límite máximo permisible (LMP) y el límite máximo aceptable (LMA). El límite máximo permisible, define los límites en los cuales el valor de cualquier característica de del agua no es adecuada para el consumo humano y el límite máximo aceptable, se refiere a los límites que indican si la calidad del agua son aceptables sensorialmente para el consumidor.

4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El estudio de impacto ambiental es fundamental en cualquier proyecto, para conocer el impacto que puede tener en su área de influencia. La evaluación ambiental es simplemente un instrumento de gestión, identificación, evaluación y toma de decisiones, capaz de garantizar desde el inicio de la planificación, un examen sistemático de cualquier alteración de las condiciones ambientales, así como las medidas de mitigación que sean necesarias para reducir los efectos ambientales adversos al proyecto.

4.1. Entidades involucradas

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) es el ente perteneciente al Gobierno de Guatemala especializado en materia ambiental y de bienes y servicios naturales del Sector Público.

El MARN posee la responsabilidad de la protección, regulación y conservación de los recursos naturales del país de Guatemala, así como el mejoramiento, control y prevención del mal uso de los mismos.

Su objetivo primordial es hacer cumplir el régimen jurídico del ambiente y de los recursos naturales, mediante la formulación, aprobación, coordinación y dirección de las políticas de Guatemala sobre ambiente y recursos naturales, en corto, mediano y largo plazo.

4.2. Requisitos legales establecidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Los documentos que utiliza el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para la evaluación y posterior resolución, tienen como requisito llevar la declaración jurada del representante legal y/o persona proponente⁸. Entre los requisitos legales establecidos por el MARN, se encuentran los siguientes:

- Reglamento de las *Descargas y Reuso de Aguas Residuales* y de la *Disposición de lodos*.
- Acuerdo Gubernativo 61-2015.
- Acuerdo Gubernativo 50-2015.
- Acuerdo Gubernativo 60-2015.

Todos los planos que se adjunten a cada uno de los expedientes de los Instrumentos Ambientales deben ser en tamaño: carta, doble carta u oficio.

4.2.1. Evaluación ambiente inicial

En función de su naturaleza existen cuatro categorías para determinar los impactos ambientales de un proyecto, siendo los siguientes:

- Categoría C1: actividades de bajo impacto ambiental
- Categoría B2: actividades de bajo a moderado impacto ambiental
- Categoría B1: actividades de moderado a alto impacto ambiental
- Categoría A: actividades de alto impacto ambiental

⁸ MARN. Documentos en línea. Consulta: 7 de mayo de 2015.

La evaluación ambiental inicial se comienza con la completación del formulario en la ventanilla única del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Se adjuntan todos los datos legales de soporte de la empresa y del representante legal.

En el formato de evaluación de ambiente inicial se explica brevemente el proyecto, la descripción de los principales procesos, el área total del terreno en metros cuadrados, el área en construcción, la caracterización de la actividad, los riesgos potenciales en el área, generación de sonido o ruido, sistema hídrico, efectos sobre el suelo, desecho sólidos, uso de combustibles, medidas para contrarrestar la pérdida de flora o fauna, entre otros. Posteriormente al completar el formulario, se debe entregar, en la ventanilla, para su aprobación y dictamen.

4.2.2. Diagnóstico ambiental de bajo impacto

Para realizar el diagnóstico ambiental de bajo impacto se debe llenar el formato de Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto que otorga la ventanilla única del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Para completar el formulario proporcionado se debe anotar el nombre completo de la actividad sometida al proceso de evaluación, explicar si existen efectos negativos en el agua, aire y sobre el suelo, demanda de consumo de energía, posibilidad de afectar la biodiversidad, efectos sociales, culturales, transporte y si la actividad de fabricación de los equipos de purificación de agua representa efectos y riesgos para la población circundante, trabajadores y vecinos.

4.3. Descripción de los efectos ambientales

Se determinó, como aspectos negativos durante la evaluación ambiental, lo siguiente: durante la remodelación de la bodega se genera polvo, el cual provoca molestias al respirar a los albañiles, generación de vapor contaminante de la combustión de los motores del vehículo utilizado para la venta del equipo de purificación de agua. El agua residual identificada es solamente doméstica producida en el servicio sanitario de la empresa. Además existen desechos sólidos generados por el uso de la papelería en el área de administrativa, bolsas de plástico, cajas de cartón y ripio producido durante la remodelación de la bodega.

No existe ningún efecto negativo respecto a daños o efectos negativos sobre la flora y fauna del municipio, al contrario existe un efecto positivo al generar nuevos empleos durante la remodelación de la bodega y durante la operación de la empresa. La demanda de energía eléctrica para la planta industrial será aproximadamente 59,84 kW siendo el servicio proporcionado por la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA).

Todos estos efectos descritos anteriormente generan ciertos niveles de daño sobre el ambiente. Un proyecto innovador como el lanzamiento de un equipo de purificación de agua, desempeña un rol influyente en las costumbres y hábitos de consumo de agua pura en la población. A modo de reducir y minimizar los aspectos negativos al comenzar con el proyecto del equipo de purificación de agua, se realiza una evaluación ambiental con el objetivo de identificar y evaluar los elementos ambientales durante el emprendimiento.

A continuación se presenta la Matriz de Leopold, la cual permite identificar áreas que alteran de alguna manera el medio ambiente:

Tabla XXII. **Matriz de identificación ambiental**

			Acciones						Total de Iteraciones	
			Fases del proyecto							
			Diseño y construcción		Pruebas		Implementación			
			Diseño	Construcción	Pruebas físicas	Pruebas de laboratorio	Instalación	Operación		
Factores Ambientales	Físicos y Químicos	Aire	Emisión de CO ₂ y otros gases	X	X		X	X	4	
			Ruido		X	X		X	X	4
			Olores		X	X		X	X	4
		Agua	Calidad de agua				X		X	2
			Agua residual doméstica						X	1
			Agua de lluvia					X	X	2
		Suelo	Materiales de construcción					X		1
			Desechos sólidos	X	X			X	X	4
		Procesos	Inundaciones		X					1
	Incendios							X	1	
	Accidentes			X			X	X	3	
	Socioeconómicos	Cambio del uso del suelo					X		1	
		Impacto económico						X	1	
		Riesgos sanitarios				X	X		2	
		Comercio						X	1	
		Acceso a servicios						X	1	
	Culturales	Calidad de vida						X	1	
		Higiene						X	1	
		Enfermedades ocupacionales					X	X	2	
		Empleo	X	X	X	X	X	X	6	

Fuente: elaboración propia.

Fue de suma importancia describir, mediante la matriz de Leopold, los aspectos donde el proyecto de la fabricación del equipo de purificación de agua, posee efectos negativos para el medio ambiente. La etapa de operación y fabricación del producto es la que ejerce mayor impacto ambiental, social, cultural y económico en el municipio de Santiago Sacatepéquez.

4.4. Evaluación de los efectos ambientales

Evaluar los efectos ambientales de un proyecto permitirá determinar los efectos que ejercerá sobre el ambiente, cuantificando y ponderando cada uno para la toma de decisiones y medidas de mitigación.

La herramienta primordial para la evaluación de los efectos ambientales es la matriz de Leopold, que consiste en un cuadro de doble entrada, donde en el eje horizontal están las acciones que causan impacto ambiental y en el eje vertical las condiciones ambientales. Cada celda de la matriz con intersección de filas y columnas se divide en diagonal. En la parte superior la magnitud del impacto, ponderando en una escala de 1 a 10, siendo + un impacto positivo y el signo – cuando sea un impacto negativo. Además, en la parte inferior, se califica de 1 a 10 la importancia del impacto, es decir si es regional o solamente local.

A continuación se expone la matriz de Leopold con la evaluación de los efectos ambientales identificados anteriormente en la tabla XVIII, pero con las calificaciones ponderadas en cada uno, dependiendo de su magnitud de impacto e importancia de impacto.

Tabla XXIII. **Matriz de evaluación ambiental**

			Acciones					Importancia	
			Fases del proyecto						
			Diseño y construcción		Pruebas		Implementación		
			Diseño	Construcción	Pruebas físicas	Pruebas de laboratorio	Instalación		Operación
Factores Ambientales	Físicos y Químicos	Aire	Emisión de CO ₂ y otros gases	-1/2	-1/3		-2/3	-1/2	
			Ruido	-1/2	-1/2		-3/4	-1/2	
			Olores	-1/2	-1/2		-1/2	-3/4	
		Agua	Calidad de agua			6/7		9/8	X
			Agua residual doméstica					-2/4	
			Agua de lluvia				-1/2	-1/2	
		Suelo	Materiales de construcción				-4/3		
			Desechos sólidos	-1/2	-2/4			-2/3	-5/6
		Procesos	Inundaciones		-1/1				
	Incendios							-8/1	X
	Accidentes			-1/2			-6/4	-5/4	X
	Socioeconómicos	Cambio del uso del suelo					3/4		
		Impacto económico						4/6	
		Riesgos sanitarios				1/1	-1/2		
		Comercio						4/4	
		Acceso a servicios						6/8	
Culturales	Calidad de vida					5/7	5/7		
	Higiene						-5/9	X	
	Enfermedades ocupacionales					-6/4	-6/4	X	
	Empleo	1/4	1/4	1/3	1/3	3/5	3/3		

Fuente: elaboración propia.

4.5. Conclusiones y medidas de mitigación

En los resultados obtenidos en la matriz de evaluación se observan algunas operaciones con aspectos negativos al medio ambiente. Por ello se deben de tomar medidas de mitigación, siendo las siguientes:

- Calidad del agua e higiene: es el factor más importante, influyendo en una mejora en el ambiente, al ofrecer agua limpia microbiológicamente aceptable y con un nivel adecuado de minerales, para la población del municipio de San Lucas Sacatepéquez, siendo beneficiada con su economía, salud y nivel de vida. Durante la fase de operación es la que genera mayor impacto ambiental, debiendo garantizar que el agua filtrada en el equipo de purificación no presenta ningún riesgo para el consumidor. Por ello se sugieren las siguientes medidas de mitigación:
 - Al construir cada equipo de purificación se deben de utilizar materiales que no presenten ningún riesgo para la salud del consumidor. Estos materiales son recomendables al no modificar la composición, sabor o color del agua y no ceden componentes que constituyen un riesgo para la salud.
 - Los materiales seleccionados para la fabricación de cada equipo de purificación de agua deben de cumplir con los estándares FDA, las normativas generales Mercosur y NSF.
 - Durante el proceso de fabricación de cada equipo de purificación de agua, el operador debe tener sus manos limpias, uñas recortadas, utilizar reddecilla, para evitar que se pueda contaminar algún componente del sistema mecánico.

- Manejo de desechos sólidos: el manejo de desechos sólidos es una actividad crítica, si la empresa no maneja apropiadamente los desechos sólidos puede contaminar gravemente el medio ambiente. Los residuos sólidos, serán cajas de cartón, basura en general y papel utilizado en el sanitario y en oficinas administrativas. Por ello, se proponen las siguientes medidas de mitigación:
 - Dividir los desechos sólidos producidos en materiales que se pueden reciclar y los que no.
 - El cartón y el papel se enviarán para reciclar a las empresas cartoneras o papeleras.
 - Los desechos donde el reciclado no es viable, se enviarán a depositar al basurero municipal.
 - Usar basureros separados para materiales que se pueden reciclar y los que no.

- Enfermedades ocupacionales: son aquellas enfermedades contraídas por el trabajo o la exposición a ambientes laborales inadecuados. La operación más preocupante es durante la fabricación, ya que es en el horario de la tarde. Además durante la recepción de materia prima y cuando se almacena el producto terminado en bodega. Para ello se establecen las siguientes estrategias de mitigación:

- Utilizar una intensidad de iluminación entre 500 lux a 1 000 lux, con el fin de proteger los ojos de cada colaborador en la empresa, escogiendo el color blanco como fuente de emisión, para producir un efecto de estado de ánimo diurno.

- Utilizar cinturones ergonómicos, con el fin de evitar lesiones sobre la espina dorsal, mantener la espalda alineada y reducir los esfuerzos mecánicos durante la recepción de la materia prima, cuando se almacena el producto terminado en bodega y al distribuir el producto.

- Brindar los 36 minutos de refacción con el fin de descansar de una actividad tan monótona y repetitiva.

5. ESTUDIO ECONÓMICO

Durante el desarrollo de un producto nuevo es vital determinar el costo real del proyecto, para estimar el precio real de fabricación por unidad. Por consiguiente, durante este capítulo, se estimarán los costos fijos, variables y el punto de equilibrio del equipo de purificación de agua.

5.1. Determinación del costo total del proyecto

Para determinar el costo total del proyecto se calcularán los costos generados por la infraestructura de la planta: por la compra en mobiliario y vehículo, mano de obra, materia prima, administrativos, legales, distribución y depreciación.

- Costos de infraestructura: la inversión en la infraestructura estará comprendida por la remodelación de la bodega, compra de lámparas y recolector de basura.

Tabla XXIV. Costo de infraestructura

Infraestructura	Costo Total
Remodelación de bodega	Q 5 200,00
Lámparas	Q 420,00
Total	Q 5 620,00

Fuente: elaboración propia.

- Costo en mobiliario y vehículo: el costo en mobiliario está comprendido en la compra de 1 computadora e impresora, estantería para bodega, lockers, escritorio, sillas, mesa de trabajo, *pallet truck*, fax y la adquisición del camión será un modelo no reciente.

Tabla XXV. **Costo en mobiliario y vehículo**

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Computadora	1	Q 3 500,00	Q 3 500,00
Impresora	1	Q 250,00	Q 250,00
Estantería para bodega	2	Q 1 500,00	Q 3 000,00
<i>Lockers</i>	3	Q 150,00	Q 450,00
Escritorio	1	Q 300,00	Q 300,00
Sillas	3	Q 100,00	Q 300,00
<i>Pallet truck</i>	1	Q 1 500,00	Q 1 500,00
Camión de 1 tonelada	1	Q 30 000,00	Q 30 000,00
Mesa de trabajo	1	Q 350,00	Q 350,00
		Total	Q 39 650,00

Fuente: elaboración propia.

- Costo de mano de obra: el horario de labores para el operador son los días sábados y domingos de 14:00 a 19:30 hrs, trabajando únicamente 5 horas al día. Para el distribuidor son los días lunes y jueves trabajando solamente una hora de 18:00 a 19:00 hrs. Al operario y al distribuidor se les paga más de lo estipulado por el Ministerio de Trabajo por hora, así mismo cuentan con sus prestaciones laborales, con el fin de mantener motivados al equipo de trabajo. En la tabla XXVI se detallan el salario a percibir por cada colaborador en la empresa, así como sus prestaciones de Ley.

Tabla XXVI. **Costo de mano de obra**

Trabajador	Parcial devengado mensual	IGSS 4,83 % (cuota laboral)	Bonificación incentivo	Total devengado mensual
Operario	Q 572,88	Q 27,67	Q 250,00	Q 795,21
Distribuidor	Q 104,16	Q 5,03	Q 250,00	Q 349,13

Bono 14	Aguinaldo	Indemnización	Vacaciones	Total devengado anual
Q 572,88	Q 572,88	Q 572,88	Q 286,44	Q 11 035,08
Q 104,16	Q 104,16	Q 104,16	Q 52,08	Q 4 506,60

Total Parcial devengado anual	IGSS 10.67% (cuota patronal)	IRTRA 1%	Intecap	Costo total anual	Costo total mensual
Q 6 874,56	Q 733,52	Q 68,75	Q 68,75	Q 12 418,61	Q 1,034,88
Q 1 249,92	Q 133,37	Q 12,50	Q 12,50	Q 4 712,47	Q 392,71
				Total	Q 1 427,59

Fuente: elaboración propia.

El costo total mensual para la empresa en mano de obra es la cantidad de Q 1 427,59

- Costo de materia prima: en cuanto a la materia prima se compran varios componentes para la fabricación del sistema mecánico adaptado al recipiente de polietileno y filtro artesanal, siendo los descritos en la tabla XXVII, detallando los costos y la cantidad en unidades.

Tabla XXVII. Costo de materia prima

Cantidad	Detalle	Precio Unitario	Total
1	Válvula de <i>Nylon</i> PA66 interior de 1/2"	Q 33,00	Q 33,00
1	Válvula de <i>Nylon</i> PA66 exterior de 1/2"	Q 39,60	Q 39,60
4	Sellos hidráulicos de nitrilo 60 FDA.	Q 1,50	Q 6,00
2	Tuercas de polipropileno	Q 1,05	Q 2,10
1	Codo niple NPT macho-hembra de acero inoxidable 316 L de 1/2"	Q 15,00	Q 15,00
1	Copla NPT hembra de polipropileno de 1/2"	Q 3,15	Q 3,15
2	Codo hembra de polipropileno para manguera de 1/2"	Q 6,10	Q 12,20
1	Manguera de poliuretano de grado alimenticio transparente	Q 4,00	Q 4,00
2	Abrazaderas de 1/2"	Q 2,00	Q 4,00
1	Codo de PVC hembra de 1/2"	Q 1,45	Q 1,45
1	Manguera con trenzado de acero inoxidable sobre hule EPDM.	Q 15,00	Q 15,00
1	Adaptador hembra de PVC de 3/4"	Q 1,05	Q 1,05
1	Reductor de PVC de X 1/2"	Q 1,20	Q 1,20
1	Tubo PVC 315 psi de 1/2"	Q 1,10	Q 1,10
1	Adaptador macho PVC de 1/2"	Q 1,30	Q 1,30
1	Rollo de teflón para sellar tuberías	Q 8,00	Q 8,00
1	Pegamento para PVC 25 ml	Q 12,30	Q 12,30
1	Llave de paso de agua de 1/4"	Q 4,50	Q 4,50
1	Filtro artesanal de cerámica, arcilla y plata coloidal	Q 150,00	Q 150,00
1	Recipiente de polietileno	Q 35,00	Q 35,00
		Total	Q 349,95

Fuente: elaboración propia.

- Costos administrativos: entre los costos administrativos se encuentran aquellos servicios necesarios para que las instalaciones de la empresa funcionen, siendo los detallados en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. **Costos administrativos**

Servicio	Costo mensual
Alquiler de bodega	Q 1 650,00
Servicio de agua	Q 30,60
Teléfono y <i>Wifi</i>	Q 110,60
Servicio de basura	Q 15,00
Energía eléctrica	Q 70,61
Otros	Q 10,00
Total	Q 1 886,81

Fuente: elaboración propia.

El costo de energía eléctrica se calcula con la tarifa de energía eléctrica proporcionada por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE), para el trimestre de mayo a julio, con un costo de 1,18 Q/kWh⁹. Por lo tanto el costo de la energía eléctrica será:

Cantidad Bombillas led = 6 bombillas de 10 W = 60 W/hora

Computadora = 300 W/hora

Otros = 1 000 W/hora

Entonces:

Cantidad de Watts por hora = 1 360 W/hora

Horas al mes = 44 horas

⁹ Tarifa vigente para el trimestre de mayo a julio de 2015 aprobada por la Comisión de Energía Eléctrica.

Cantidad total de watt al mes =

$1\ 360\text{W/hora} \times 44\ \text{horas} = 59\ 840\ \text{W}$

Kilo watts al mes = $59\ 840\ \text{W} / 1\ 000\ \text{W} = 59,84\ \text{kW}$

Costo total de energía eléctrica = $59,84\ \text{kW} \times 1,18\ \text{Q/kW} =$

Costo total de energía eléctrica = Q 70,61

- Costos legales: comprenden los gastos de registro de patente de invención, registro de marca e inscripción de empresa. Los costos legales se detallan en la tabla XXIX.

Tabla XXIX. **Costos legales**

Trámite	Costo
Registro de patente de invención	Q 6 050,00
Registro de marca	Q 305,00
Inscripción de la empresa	Q 7 500,00
Total	Q 13 855,00

Fuente: elaboración propia.

- Costo de distribución: son aquellos en los que se incurre cuando se hace llegar el equipo de purificación de agua. Entre los costos de distribución se toma en cuenta solamente el gasto de combustible. El combustible utilizado para las entregas es mínimo, ya que la distancia de la empresa para los clientes es de 2 km, distribuyendo el producto 2 veces por semana. Por lo tanto, el costo del combustible será:

- Distancia máxima recorrida al mes: 32 km.
- Precio del combustible diesel, consultado el 19 de junio del 2015 en el Ministerio de Energías y Minas: Q 18,41
- Margen de seguridad de 25 % para el diésel: Q 23,01
- Consumo del camión: 45 kilómetros /galón

Entonces:

- Cantidad de galones utilizados al mes: $32\text{km} / 45 \text{ km sobre galón} = 0,71$ galones al mes

Tabla XXX. **Costo de distribución**

Cantidad de galones al mes	Costo unitario del galón	Costo total al mes	Costo unitario al mes
Q 0,71	Q 23,01	Q 16,34	Q 0,014

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de depreciación: el porcentaje anual máximo de depreciación sobre bienes de activo fijo es el establecido en la Ley del Impuesto Sobre la Renta decreto 26-92 del Congreso de la República de Guatemala. Los porcentajes de depreciación son los siguientes:
 - Los equipos de producción 10 % anual
 - La obra civil se depreciará 5 % anual
 - Los activos diferidos se depreciarán 10 % anual.
 - Los vehículos 20 % anual
 - El mobiliario de oficina se depreciará un 20 % anual.

Tabla XXXI. **Cálculo de depreciación**

Concepto	Valor inicial en quetzales	% Depreciación anual	Valor de Salvamento	Depreciación anual	Depreciación mensual
Obra civil	Q 5 200,00	5 %	Q 260,00	Q 247,00	Q 20,58
Equipo de Computación	Q 3 750,00	33 %	Q 1,249,88	Q 833,38	Q 69,45
Mobiliario y equipo	Q 2 900,00	20 %	Q 580,00	Q 464,00	Q 38,67
Vehículo	Q 30 000,00	20 %	Q 6 000,00	Q4 800,00	Q 400,00
				Total	Q 528,70

Fuente: elaboración propia.

- Inversión inicial: se encuentra detallada en la tabla XXXII.

Tabla XXXII. **Inversión inicial del proyecto**

Inversión Inicial del Proyecto	
Costo de infraestructura	Q 5 620,00
Costo mobiliario y equipo	Q 39 950,00
Materia prima	Q 39 544,35
Costos legales	Q 13 855,00
Total	Q 98 969,35

Fuente: elaboración propia.

La inversión inicial del proyecto asciende a la cantidad de Q 98 969,35, para iniciar con la comercialización de los 113 equipos de purificación de agua durante el primer mes.

5.2. Costos fijos

Son aquellos que no representan variación al mes, es decir si se fabrican más equipos de purificación de agua o menos, permanecerán constantes. Entre los costos fijos para la fabricación del equipo de purificación de agua están los detallados en la tabla XXXIII.

Tabla XXXIII. **Costos fijos mensuales**

Detalle del costo	Costo total mensual
Costo de mano de obra	Q 1 427,59
Costo administrativo	Q 1 886,81
Costo de depreciación	Q 528,70
Total	Q 3 843,10

Fuente: elaboración propia.

El costo total mensual de operación asciende a la cantidad de Q 3 843,10, para la fabricación del equipo de purificación de agua.

5.3. Costos variables

Todo costo que no es constante y varía dependiendo de la producción es un costo variable. Los costos variables para la fabricación del equipo de purificación de agua se detallan en la tabla XXXIV.

Tabla XXXIV. **Costos variables unitarios**

Detalle del costo	Costo total
Costo de materia prima	Q 349,95
Costo de distribución	Q 0,14
Total	Q 350,09

Fuente: elaboración propia.

El costo variable mensual por un equipo de purificación de agua es de Q 350,09.

5.4. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio económico es donde el nivel de ventas es suficiente para cubrir los costos fijos y costos variables de la empresa, es decir la ganancia es igual a los gastos. Otra definición es el punto en donde no existen ganancias ni pérdidas.

$$PE = \frac{\text{Costos fijos mensuales}}{\text{Precio de venta} - \text{Costos Variables}}$$

Para calcular el punto de equilibrio primero se debe de calcular el precio de venta óptimo al que se le debe de vender al intermediario con base en los costos fijos, costos variables e impuestos. El costo fijo unitario se dividirá dentro de las 113 unidades mensuales proyectadas en la sección 2,8 del capítulo Estudio Técnico de Ingeniería.

Costo unitario = costo fijo + costo variable

Costo unitario = Q 34,01 + Q 350,09 = Q 384,10

IVA = 12 %

$$\text{Precio de venta} = \frac{\text{Costo unitario}}{1 - \text{Margen de ganancia}} = \frac{Q 384,10}{1 - 0,24257}$$

$$\text{Precio de venta} = Q 498,79 + \text{IVA}$$

$$\text{Precio de venta para el intermediario} = Q 498,79 \times 1,12$$

$$\text{Precio de venta para el intermediario} = Q 558,65$$

$$\text{Precio de venta del intermediario al cliente} = \frac{\text{Costo unitario}}{1 - \text{Margen de ganancia}}$$

$$\text{Precio de venta del intermediario al cliente} = \frac{Q 558,65}{1 - 0,2623} = Q 757,28$$

$$\text{Precio de venta del intermediario al cliente} = Q 757,28 + \text{IVA}$$

$$\text{Precio de venta del intermediario al cliente} = Q 757,28 \times 1,12$$

$$\text{Precio de venta del intermediario al cliente} = Q 848,16$$

El precio de venta al intermediario asciende a la cantidad de Q 558,65 obteniendo un margen de ganancia del 24,257 % e IVA incluido. El precio de venta del intermediario al cliente es la cantidad de Q 848,16 con un margen de ganancia del 26,23 %, logrando obtener el precio de venta óptimo calculado anteriormente en el capítulo del estudio de mercado.

El cálculo del punto de equilibrio es entonces el siguiente:

$$PE = \frac{Q 3 843,10}{Q 558,65 - Q 350,09} = 18,43 = 19 \text{ unidades mensuales}$$

Por lo tanto el punto de equilibrio corresponde a 19 equipos de purificación de agua vendidos con ingresos monetarios de Q 10 614,35, es decir donde no existe ninguna pérdida o ganancia para la empresa, logrando cubrir los costos fijos y variables.

6. ESTUDIO FINANCIERO

Finalmente durante este capítulo se evaluará la factibilidad económica y la rentabilidad del desarrollo del proyecto de comercialización del equipo de purificación de agua en el municipio de San Lucas Sacatepéquez. Determinar si el proyecto es rentable, quiere decir cuánto dinero se ganará por cada quetzal invertido.

6.1. Análisis financiero

Estimar la factibilidad implica hacer una evaluación económica por medio de indicadores de evaluación, tales como: VPN, TIR, relación beneficio-costos. Los indicadores descritos anteriormente tiene la propiedad de señalar los puntos fuertes y débiles de la empresa.

El flujo total de efectivo para el proyecto será para un período de 3 años, comprendiendo 2016, 2017 y 2018. En la tabla XXXV, por inconvenientes de espacio, se observa el flujo de efectivo para el proyecto contemplando solamente hasta 5 meses, y en la tabla XXXVI se detalla el flujo de efectivo desde el mes 6 hasta el mes 12, determinando el punto donde el saldo acumulativo es positivo y ya se empiezan a tener ganancias.

Para construir el flujo de efectivo del proyecto se utiliza como referencia la información obtenida en el estudio económico. Dicho flujo de efectivo detalla los ingresos y egresos proyectados para los primeros 12 meses de operación de la empresa. Además el flujo de efectivo contiene las prestaciones laborales para los colaboradores, el IVA, los costos iniciales, fijos y variables del proyecto.

Tabla XXXV. **Flujo de efectivo del proyecto hasta 5 meses**

	Flujo de efectivo (cifras en quetzales)					
	Inicio del proyecto	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Cantidad de unidades	0	113	113	113	113	113
Ventas netas	0	63 127,45	63 127,45	63 127,45	63 127,45	63 127,45
Total de ingresos	0	63 127,45	63 127,45	63 127,45	63 127,45	63 127,45
Costo fijo mensual		-3 843,10	-3 843,10	-3 843,10	-3 843,10	-3 843,10
Costo variable		-39 560,17	-39 560,17	-39 560,17	-39 560,17	-39 560,17
IVA		-6 763,66	-6 763,66	-6 763,66	-6 763,66	-6 763,66
Inversión inicial	-98 969,35					
Cuota mensual del préstamo		-3 954,86	-3 954,86	-3 954,86	-3 954,86	-3 954,86
Total de egresos	-98 969,35	-54 121,79	-54 121,79	-54 121,79	-54 121,79	-54 121,79
Saldo neto	-98 969,35	9 005,66				
Saldo acumulado	-98 969,35	-89 963,69	-80 958,02	-71 952,36	-62 946,69	-53 941,03

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Flujo de efectivo del proyecto del mes 6 al 12**

	Flujo de efectivo (cifras en quetzales)						
	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Cantidad de unidades	113	113	113	113	113	112	112
Ventas netas	63 127,45	63 127,45	63 127,45	63 127,45	63 127,45	62 568,80	62 568,80
Total de ingresos	63 127,45	63 127,45	63 127,45	63 127,45	63 127,45	62 568,80	62 568,80
Costo fijo mensual	-3 843,10	-3 843,10	-3 843,10	-3 843,10	-3 843,10	-3 843,10	-3 843,10
Costo variable	-39 560,17	-39 560,17	-39 560,17	-39 560,17	-39 560,17	-39 211,20	-39 211,20
IVA	-6 763,66	-6 763,66	-6 763,66	-6 763,66	-6 763,66	-6 703,80	-6 703,80
Inversión inicial							
Cuota mensual del préstamo	-3 954,86	-3 954,86	-3 954,86	-3 954,86	-3 954,86	-3 954,86	-3 954,86
Total de egresos	-54 101,46	-54 101,46	-54 101,46	-54 101,46	-54 101,46	-53 691,66	-53 691,66
Saldo neto	8 870,05	8 870,05	8 870,05	8 870,05	8 870,05	8 722,58	8 722,58
Saldo acumulado	-45 752,66	-36 882,60	-28 012,55	-19 142,50	-10 272,45	-1 549,87	7 172,71

Fuente: elaboración propia.

6.1.1. Evaluación por valor presente neto (VPN)

Es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, permitiendo determinar si la inversión vale la pena o no realizarla, y no efectuar ninguna inversión que genere futuras pérdidas.

El VPN puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser: $VPN < 0$, $VPN = 0$ y $VPN > 0$

- Cuando el $VPN < 0$, y el resultado es un valor negativo, alerta que el proyecto no es rentable, ya que están estimando que habrán pocos ingresos y en el tiempo que se pretende recuperar la inversión no se logrará.
- Al obtener un $VPN = 0$, indica que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea y cuando el $VPN > 0$, está indicando que la opción es rentable y que inclusive puede incrementarse el porcentaje de margen de ganancia.

Para calcular el valor presente neto del proyecto se utilizará la siguiente fórmula:

$$VPN = I_0 + \frac{\sum (\text{Ingresos-Egresos})}{(1+i)^n}$$

Donde:

VPN = valor presente neto

I_0 = inversión inicial

i = tasa de utilidad anual

Para determinar el valor presente neto del proyecto y saber si es factible el proyecto de la comercialización de los equipos de purificación de agua, en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, se utilizarán como referencia los siguientes aspectos:

- Tasa de descuento efectiva anual: 24,257 %
- Tasa de descuento efectiva mensual: 2,02 %
- Plazo para el proyecto: 3 años (36 meses)

$$VPN = (-98\,969,35) + \frac{9\,005,66}{(1+0,02)^1} + \frac{9\,005,66}{(1+0,02)^2} + \frac{9\,005,66}{(1+0,02)^3} \dots + \frac{9\,749,19}{(1+0,02)^{36}} =$$

$$VPN = Q\,136\,487,95$$

El VPN para el proyecto es mayor a cero, es decir para el día de hoy se tendrá una ganancia de Q 136 487,95, recuperando la inversión realizada por el proyecto en un período de 3 años.

6.1.2. Estimación de la tasa interna de retorno (TIR)

Es una técnica financiera que mide el rendimiento del capital utilizado en el proyecto, comparando su eficiencia durante el período establecido. Además represente la tasa que logra hacer el valor presente neto igual a 0. La tasa interna del proyecto para un período de tres años es:

$$TIR = 96 \%$$

TIR > Tasa de descuento efectiva anual

$$96 \% > 24.257 \%$$

El valor de 96 % es mayor a la tasa de descuento efectiva anual, indicando que es factible realizar el proyecto de la comercialización de equipos de purificación de agua en el municipio de San Lucas Sacatepéquez.

6.1.3. Análisis beneficio/costo

Este método se realiza con el objetivo de evaluar la eficiencia con que utiliza los recursos un proyecto determinado. Si los ingresos superan a los costos el proyecto es aceptable, en caso contrario el proyecto debe ser rechazado.

La relación beneficio costo tiene tres posibles caso, los cuales son: $B/C < 1$, $B/C = 1$ y $B/C > 1$

- Cuando el $B/C < 1$, muestra que los costos son mayores que los beneficios, no se debe de realizar el proyecto
- Al obtener un $B/C = 1$, indica que exactamente que los costos son iguales a los beneficios, no hay ganancias.
- Si se obtiene un $B/C > 1$ indica que los beneficios son mayores a los costos, por lo cual el proyecto debe de realizarse.

La relación beneficio costo, para el proyecto de la comercialización de los equipos de purificación de agua, en el municipio de San Lucas Sacatepéquez es:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficios en tres años}}{\text{Costos en tres años}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{Q 1 519 006,45}{Q 1 125 259,52} = 1,35$$

El valor de 1,34 indica que es totalmente beneficioso realizar el proyecto en un plazo de 3 años, debido a que es mayor a 1, superando los costos.

6.2. Fuentes de financiamiento del proyecto

Las fuentes de financiamiento del proyecto serán los recursos económicos necesarios para iniciar con el desarrollo de la empresa y comercialización del equipo de purificación de agua en el municipio de San Lucas Sacatepéquez.

6.2.1. Financiamiento propio

El capital propio disponible para la iniciación del proyecto es mínimo, por lo cual la capacidad financiera estará sujeta a los financiamientos de entidades públicas y privadas. Entre las entidades están los bancos y ONG del país de Guatemala.

6.2.2. Financiamiento por bancos

Son los créditos o préstamos que una entidad bancaria concede a una persona individual, familia, empresa privada o pública.

Para seleccionar qué institución bancaria financiará el proyecto de la comercialización del equipo de purificación de agua, se evaluarán distintos bancos del país de Guatemala y el que tenga la menor tasa de interés será el seleccionado. La cantidad a prestar será Q 98 969,35.

- Banco Agromercantil (BAM): es uno de los bancos más sólidos del país, ofrece dos tasas de interés totalmente diferente, una para personas que poseen cuenta y otra para las que no. La tasa de interés simple para prestar la cantidad de Q 98 969,35 es de 34,08 % anual para no cliente y 24 % para cliente.
- Banco G&T Continental: es uno de los bancos líderes que ha incursionado exitosamente en el sector productivo del país, principalmente en el financiamiento de vivienda y ahorro popular. El banco ofrece préstamo para sociedades anónimas, para personas individuales con cuenta y sin cuenta.

El mayor problema para el préstamo de sociedades anónimas es que la empresa debe estar vigente, con patente de comercio, patente de sociedad, NIT y tener un año como mínimo de estabilidad para que se pueda realizar la solicitud, por lo que esta opción es imposible para el desarrollo del proyecto.

La tasa de interés para personas individuales con cuenta en el banco es de 26,24 % y para no clientes es el 26,43 %.

- Banco Banrural: es un banco guatemalteco orientado a la población del interior del país, en el que el Gobierno de Guatemala gestiona el pago de sus planillas, recibe pago de impuestos, de jubilados, entre otros.

El banco ofrece varias modalidades de préstamo una para empleados del Estado y otra para personas individuales, no importando si tienen o no cuenta en el banco, lo único que difiere serán los requisitos para la aprobación del crédito.

Para empleados del Gobierno, los que pertenecen a la Policía Nacional Civil y Gobernación tienen una tasa de interés del 17 %, para Salud Pública un 14 %, maestros el 13 %, jubilados o pensionados un 20 %, entre otros. La tasa de interés simple para personas para personas individuales es del 24,15 % anual. Al consultar otros bancos en el país de Guatemala la tasa de interés simple para personas individuales sin cuenta se encuentra en el rango del 26 % al 36 % y para personas con cuenta en un rango de 24,08 % al 27 %.

6.2.3. Financiamiento mediante organizaciones no gubernamentales (ONG)

El financiamiento mediante ONG es una de las maneras más fáciles y sencillas de obtener un préstamo, debido a que no piden muchos requisitos. Entre las más populares ONG se encuentran las cooperativas, tales como:

- Cooperativa MICOOPE: es reconocida a nivel nacional, por sus bajas tasas de interés en sus préstamos, plazos acorde a sus necesidades y un sistema sobre saldos que le permite que su cuota mensual disminuya cada mes. La tasa de interés simple anual para una persona individual es del 24,1 %.
- Pisto Ya: es una empresa ubicada en la 2 calle 18-10 zona 15, Vista Hermosa II, que ofrece muchas facilidades al prestar dinero, los requisitos son menores solo se necesita llevar la fotocopia del DPI, fotocopia del recibo de luz o agua, 2 referencias personales y presentar estados de cuenta bancarios y carta de fiador. El interés simple anual que la empresa Pisto Ya ofrece es del 24,15 %.

Al investigar sobre otras ONG del país, el interés simple anual está en el rango de 24,1 % al 25 %.

6.2.4. Elección de financiamiento

Al evaluar las distintas fuentes de financiamiento, para contar con los Q 98 969,35 para el inicio del proyecto, se selecciona mediante el Banco Agromercantil, pagando mensualidades de Q 3 954,86 por 36 meses.

Se escogió al Banco Agromercantil, debido a que posee la menor tasa de interés simple anual en comparación con las otras entidades bancarias y las otras organizaciones no gubernamentales, poseyendo una tasa de interés simple anual del 24 %.

6.3. Análisis de sensibilidad

Al realizar un análisis de sensibilidad se deben buscar la variación de los distintos escenarios que puede tener un proyecto, ya sea los costos de producción, los beneficios estimados, el precio de venta, entre otros.

Los cambios significativos que pueden suceder en las ventas del equipo de purificación de agua son desconocidos, por tal razón es indispensable conocer esas etapas y tener un panorama claro sobre el proyecto.

En la tabla XXXVII se detallan los efectos que tienen los indicadores de evaluación financiera ante una baja considerable de ventas, al no cumplir con el pronóstico de la demanda.

Tabla XXXVII. **Análisis de sensibilidad**

Escenario	VPN	TIR
Actual	Q 136 487,95	96 %
15% menos de ventas	Q 85 975,86	72 %
20% menos de ventas	Q 69 138,50	63 %
25% menos de ventas	Q 52 301,14	54 %
30% menos de ventas	Q 35 463,78	44 %
35% menos de ventas	Q 18 626,41	33 %
40% menos de ventas	Q 1 789,05	21 %
41% menos de ventas	-Q 1 686,87	18 %

Fuente: elaboración propia.

Los efectos en los cambios de ventas realizadas, impactan en gran parte en los indicadores financieros como el VPN y TIR. Se observa que cuando las ventas disminuyen en más del 40 %, el proyecto deja de ser viable financieramente. Si lo anterior esto se cumpliera sería necesario reducir los costos fijos y buscar nuevos nichos de mercado.

6.4. Decisión final del estudio

El proyecto es completamente viable financieramente, debido a que el retorno de capital es rápido a partir de un año, si la demanda de compra de equipos de purificación de agua es idéntica a la pronosticada en el estudio de mercado. El VPN fue mayor a 0, la TIR mayor que la tasa de descuento efectiva anual y la relación de B/C >1, esto explica que el proyecto es rentable y los beneficios son mayores a los costos, por lo cual el proyecto debe de realizarse en el municipio de San Lucas Sacatepéquez. Los riesgos del proyecto se encuentran cuando las ventas disminuyen en más del 40 %.

CONCLUSIONES

1. La adaptación de un sistema mecánico a un filtro artesanal es técnica, financiera y económicamente factible, al construir un equipo de purificación que logra obtener agua pura según Norma Coguanor NTG 29 001 evitando riesgo alguno para el consumidor, logrando su óptima comercialización en el municipio de San Lucas Sacatepéquez.
2. El sistema mecánico construido mejora el funcionamiento del filtro artesanal al lograr mantener y almacenar 14,5 litros de agua al día, evitando los inconvenientes de estar llenando en cada momento la unidad filtrante para su posterior purificación.
3. El equipo de purificación de agua es la mejor alternativa. Esto respecto a comodidad y precio para un segmento de la población guatemalteca que compra garrafrones, filtros UV o de ozono. Ellos tendrían un precio de Q 848,16 siendo menor que cualquier tecnología descrita anteriormente, con un tiempo de vida por parte de la unidad filtrante de 2 años y tener que cambiar el equipo cada 5 años.
4. Las herramientas necesarias para el diseño y construcción del equipo de purificación de agua fueron las normativas Coguanor NTG 29 001, estándares aprobados por FDA, las normativas generales para envases plásticos en contacto con alimentos Mercosur y NSF.

RECOMENDACIONES

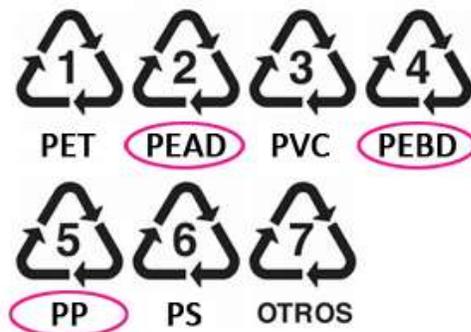
1. Es indispensable que cada familia posea el hábito de consumir agua pura bebiendo como mínimo 2 litros diarios, para obtener una buena salud.
2. A cada consumidor que compre el equipo de purificación se le garantiza que es agua 100 % potable según la Norma Coguanor NTG 29 001, por lo que no hay ningún peligro para su salud al beber y consumirla.
3. Limpiar la unidad filtrante cada 3 meses para asegurar el adecuado funcionamiento del filtro y cambiarlo cada 2 años.
4. Respetar la propiedad intelectual sobre el equipo de purificación de agua y la construcción del sistema mecánico, ya que es único en el mundo. Solamente utilizar el documento para futuras investigaciones de rentabilidad al desarrollar un producto nuevo en el mercado y tratar de comercializarlo.
5. Al adquirir agua pura es indispensable evaluar el sello de garantía sanitaria para evitar cualquier percance en la salud del consumidor, debido a que hay muchas empresas que ofrecen agua potable, pero no lo es.

BIBLIOGRAFÍA

1. BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos*. 6a ed. México: McGraw-Hill, 2010. 318 p.
2. CHASE Richard; JACOBS Robert; AQUILANO Nicholas. *Administración de la Producción y Operaciones*. 11a ed. México: McGraw-Hill, 2009. 776 p.
3. Comisión Guatemalteca de Normas. Coguanor NTG 29 001. Guatemala, 2010.12 p.
4. Comisión Nacional de Energía Guatemalteca. *Ajuste tarifario para trimestre mayo a julio 2015*. [en línea]. <<http://www.cnee.gob.gt/wp/?p=1835>> [Consulta: 15 de junio de 2015].
5. Instituto Nacional de Estadística. *Proyecciones de población con base en el XI Censo de Población y VI de Habitación 2002*. [en línea] <<http://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2013/12/09/RkzKwLNX9NZubZOd7Wam9kJ5gMWT08Vc.pdf>> [Consulta: 5 de febrero de 2015].
6. Multivex Sigma Dos. *Definición de niveles socioeconómicos*. [en línea] <<https://mtjerez62.files.wordpress.com/2014/06/estudio-nse-guatemala-multivex-2009.pdf>> [Consulta: 5 de febrero de 2015].

APÉNDICES

1. Sistema de Codificación de SPI (Sociedad de Industrias de Plástico) es un medio para identificar los residuos de plástico aceptada mundialmente, desde USA a China, pasando por Europa.



1. PET (Polietileno Tereftalato)
2. PEAD (Polietileno de Alta Densidad)
3. PVC (Poli - Cloruro de Vinilio)
4. PEBD (Polietileno de Baja Densidad)
5. PP (Polipropileno)
6. PS (Poliestireno)
7. OTROS

 = **más seguros** para almanecar alimentos, agua y otros líquidos.

Fuente: Sociedad de Industrias de Plástico

2. Boleta de encuesta

<p>Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Trabajo de graduación</p> <p style="text-align: center;"><u>Encuesta de agua pura y hábitos de consumo:</u></p> <p>Objetivo general: Identificar los gustos y preferencias en los hábitos de consumo de agua pura en el municipio de San Lucas Sacatepéquez.</p> <p>Instrucciones: A continuación se presentan 8 preguntas, le agradecemos responda con toda sinceridad.</p> <p>Pregunta 1. ¿Cuántos integrantes viven en su domicilio? _____</p> <p>Pregunta 2. ¿Cuenta con agua para su casa durante todo el día? Sí () No () Si su respuesta es No ¿En qué horario cuenta con el servicio de agua? _____</p> <p>Pregunta 3. ¿De dónde proviene el agua que consume? Garrafón () Filtro de ozono () Filtrada UV () Filtro artesanal () Hervida () Otros _____</p> <p>Pregunta 4. ¿Por qué utiliza esa agua pura? 1. Porque su precio es el más bajo comparado con los demás () 2. Porque tiene un buen sabor () 3. Porque no tiene mal olor () 4. Otros _____</p> <p>Pregunta 5. ¿Cuánto paga por el agua pura que consume al mes? 1. Garrafón _____ 2. De ozono _____ 3. Filtrada UV _____ 4. Filtro artesanal _____ 5. Agua hervida _____ 6. Otros _____</p> <p>Si su respuesta fue garrafón</p> <p>Pregunta 6. ¿Cuántos garrafones consume por semana? _____</p> <p>Pregunta 7. ¿Qué incomodidades tiene con la manera en que consume agua pura para beber? Puede marcar más de una 1. Llevar el garrafón de agua a rellenar () 2. Esperar a que lleven el garrafón a mi domicilio () 3. Quedarse sin agua pura para beber () 4. Presupuestar cada semana para la compra del garrafón () 5. El sabor del agua () 6. El servicio () 7. El precio de venta () 8. El mantenimiento de mi filtro () 9. Otros _____</p> <p>Pregunta 8. ¿Cuánto está dispuesto a pagar durante 12 meses, por un equipo que purifica agua por 2 años? 1. Q 70,00 () 2. Q 75,00 () 3. Q 80,00 () 4. Q 85,00 () 5. Q 90,00 () 6. Q 100,00 () 7. Otro _____</p> <p style="text-align: center;">GRACIAS POR SU COLABORACIÓN</p>
--

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

1. Examen físicoquímico antes del proceso



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 35099

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO

No. 4119

<p>INTERESADO: KEVIN ROBERTO DANIEL LÓPEZ MÉNDEZ, CARNÉ No. 201020137</p> <p>RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Condominio Valle Real Lote 17, San Lucas</u></p> <p>FUENTE: <u>Agua antes de purificar</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>San Lucas</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Sacatepéquez</u></p>	<p>PROYECTO: TRABAJO DE GRADUACIÓN: "ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO A UN FILTRO ARTESANAL DE AGUA"</p> <p>DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2015-07-20, 09 h 30 min.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB: <u>2015-07-20, 09 h 46 min.</u></p> <p>CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u></p>
---	--

RESULTADOS			
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. COLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u> </u> °C	
2. COLOR: <u>20,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: <u>270,00 µmhos/cm</u>	
3. TURBIDEZ: <u>00,65 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>06,16 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>143,00 mg/L</u>	
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₄)	00,02	6. CLORUROS (Cl)	16,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,017	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,17
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	30,40	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	05,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,03
5. MANGANESO (Mn)	00,010	10. DUREZA TOTAL	116,00
HIDROXIDOS mg/L		ALCALINIDAD TOTAL mg/L	
00,00		110,00	
CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/L	
00,00		110,00	

OTRAS DETERMINACIONES: _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física COLOR, DUREZA, en Límites Máximos Permisibles, POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) ligeramente ácido. Las demás determinaciones arriba indicadas se muestran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29-001.

TECNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 910 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2015-07-28



Vo.Bo. **Ing. Francisco Javier Quiroz de la Cruz**
DIRECTOR a.l. CII/USAC



ZORILDA MORALES GONZALEZ
Ing. Química Col. No. 1455
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA – USAC –
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

2. Examen físicoquímico después del proceso



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 35859

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO SANITARIO

No. 4150
INF. No. 26173

INTERESADO: KEVIN ROBERTO DANIEL LÓPEZ MÉNDEZ CARNÉ No. 201020137		PROYECTO: TRABAJO DE GRADUACIÓN: "ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO A UN FILTRO ARTESANAL DE AGUA"
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Condominio Valle Real Lote 17, San Lucas</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2015-07-20, 09 h 30 min.</u>	
FUENTE: <u>Agua después de purificar</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2015-07-20, 09 h 46 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>San Lucas</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Sacatepéquez</u>		

RESULTADOS

1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLORES: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: <u>23.70 °C</u> (En el momento de recolección)
2. COLOR: <u>04,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: <u>123,70 µmhos/cm</u>
3. TURBIDEZ: <u>00,33 UNT</u>	6. potencial de Hidrogeno (pH): <u>07,00 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>66,00 mg/L</u>

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONÍACO (NH ₃)	00,04	6. CLORUROS (Cl ⁻)	12,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,012	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,26
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	04,20	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	03,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02
5. MANGANESO (Mn)	00,003	10. DUREZA TOTAL	74,00

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
00,00	00,00	68,00	68,00

OTRAS DETERMINACIONES: _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física. Las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUA NOR NTG 29-001.

TÉCNICA: "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21st EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO-4-810 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2015-07-28


Ing. Francisco Javier Quiroz de la Cruz
DIRECTOR a.i. CIBUSAC


Ing. Zedra Mich Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-

Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12

Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121

Página web: <http://oi.usac.edu.gt>

3. Examen bacteriológico antes del proceso



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4153

O.T. No. 35 059		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 360092
INTERESADO	KIVIN ROBERTO DANIEL LÓPEZ MENDEZ CARNÉ No. 201020137	PROYECTO:	TRABAJO DE GRADUACIÓN: "ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO A UN FILTRO ARTESANAL DE AGUA"	
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	Facultad de Ingeniería USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Condominio Valle Real Lote 17, San Lucas	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2015-07-20, 09 h30 min.	
FUENTE:	Agua antes de purificar	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2015-07-20, 09 h40 min.	
MUNICIPIO:	San Lucas	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración	
DEPARTAMENTO:	Sacatepéquez			
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	Lig. cantidad	
ASPECTO:	Claro	CLORO RESIDUAL	-----	
OLOR:	Inodora			

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

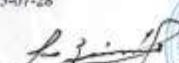
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMIENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TM NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29.001.

Guatemala, 2015-07-28

Vo.Bo.



Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
DIRECTOR a.i. CI/USAC



Zoraida MICH SERRANO
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 96209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://ci.usac.edu.gt

4. Examen bacteriológico después del proceso



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4154

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 35 059 INF. No. A - 360093

<p>INTERESADO: <u>KEVIN ROBERTO DANIEL LÓPEZ MÉNDEZ</u> CARNÉ No. 201020137</p> <p>MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Condominio Valle Real Lote 17, San Lucas</u></p> <p>FUENTE: <u>Agua después de purificar</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>San Lucas</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Sacatepéquez</u></p>	<p>PROYECTO: <u>TRABAJO DE GRADUACIÓN: "ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO A UN FILTRO ARTESANAL DE AGUA"</u></p> <p>DEPENDENCIA: <u>Escuela de Ingeniería/USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2015-07-20 09:10 min.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2015-07-20 09:46 min.</u></p> <p>CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u></p>
--	--

SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>
ASPECTO: <u>Claro</u>	CLORO RESIDUAL: <u>-----</u>
OLOR: <u>Inodora</u>	

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

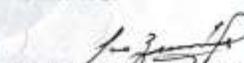
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMESES COLIFORMES/100cm ³		<2	<2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29.001.

Guatemala, 2015-07-28

Vo.Bo.



Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR a.i. CI/USAC



Zenaidy Pacheco Santos
Ing. Química Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
"ORA ALBA TAGARINE MOLINA"
-USAC-
GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>