



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

### CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

MARZO 2021

### PROPUESTA TECNOLÓGICA

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE BOTELLAS TIPO PET Y ENVASADO DE AGUA PURIFICADA DE USO DOMÉSTICO”

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

**Autores:**

Leandro Xavier Paredes Pozo

Jonathan Eduardo Yáñez Caizapanta

**Tutor:**

Ing. Freddy Quinchimbla

Latacunga – Ecuador

2021



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Ingeniería  
Industrial

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Paredes Pozo Leandro Xavier y Yánez Caizapanta Jonathan Eduardo declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica: **“Optimización del proceso de limpieza de botellas tipo pet y envasado de agua purificada de uso doméstico”** Siendo el Ing. Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuña tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

---

Leandro Xavier Paredes Pozo

C.I 1725109001

---

Jonathan Eduardo Yánez Caizapanta

C.I 1720814936



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Ingeniería  
Industrial

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de propuesta Tecnológica sobre el título:

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE BOTELLAS TIPO PET Y ENVASADO DE AGUA PURIFICADA PARA USO DOMESTICO”, de Paredes Pozo Leandro Xavier y Yánez Caizapanta Jonathan Eduardo, de la carrera Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo, 2021

---

Ing. MSc. Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuña  
CC. 1719310508.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Ingeniería  
Industrial

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACION

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas ; por cuanto, el o los postulantes: Paredes Pozo Leandro Xavier, Yáñez Caizapanta Jonathan Eduardo con el título de Proyecto de titulación: “Optimización del proceso de limpieza de botellas tipo pet y envasado de agua purificada para uso doméstico” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 01 de marzo del 2021

Para constancia firman:

---

Lector 1 (Presidente)

Nombre: Msc. Ing. Milton Herrera

CC: 0501503312

---

Lector 2

Nombre: Msc. Ing. Benjamín Chavez

CC: 1716760374

---

Lector 3

Nombre: MSc. Ing. Cristian Eugenio

CC: 1723727473

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios por haberme dado fuerza y el valor para culminar esta etapa de mi vida y bendecirme con una familia y padres tan maravillosos.*

*Agradezco también la confianza, el amor y la constancia de mis padres, quienes siempre estuvieron a lo largo de mi carrera corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi, que me brindó la oportunidad de instruirme y cumplir esta etapa de mi vida.*

*A mis profesores quienes me brindaron su orientación, su tiempo y el conocimiento del cual he aprovechado para realizar este trabajo.*

*A mi tutor y lectores de tesis, por su tiempo, atención a mis consultas, y su conocimiento para brindarme sus valiosas sugerencias en momentos de duda.*

*A mi familia, porque con ellos compartí cada uno de mis triunfos y me dieron aliento para culminar de mejor manera mi carrera.*

*A mis amigos, que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y a lo largo de mi vida universitaria.*

*Asimismo a todos quienes apoyaron directa y indirectamente a la realización de este trabajo.*

***Leandro Paredes***

## **DEDICATORIA**

*Dedico Este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida para llegar a este momento tan importante, quien fue es y será mi mayor fortaleza para culminar cada uno de mis logros.*

*A mis padres Xavier Paredes y Rosa Pozo por ser siempre el pilar fundamental y demostrarme siempre su amor, cariño y apoyo incondicional, los amo con mi vida. Esto es por ustedes que siempre me brindaron esa guía y ver en ustedes ese ejemplo, para ser hoy en día todo lo que soy.*

*A mis hermanos María Belén y Danny quienes son mis confidentes y estuvieron apoyándome a lo largo de este camino, por estar pendientes en todo momento de mí.*

*A todas mis amistades que, sin importar la distancia, el tiempo y la circunstancias, me brindaron consejos y apoyo para culminar mi formación profesional.*

***Leandro Paredes***

## **AGRADECIMIENTO**

*En primera instancia a Dios, por haberme dado la oportunidad de aprovechar y culminar esta etapa de mi vida.*

*Agradezco también la confianza y el apoyo dado por parte de mi Padre, que siempre ha estado presente en el trayecto de mi vida, demostrándome amor a su manera, corrigiendo mis faltas oportunamente y celebrando mis triunfos.*

*A mi madre, que en todo momento la he sentido presente y que está orgullosa de la persona en la que me he convertido.*

*A mis hermanas y a mi hermano Edwin, por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria, por compartir mis alegrías, mis tristezas, mi mal carácter y siempre demostrarme que puedo contar con ustedes.*

***Jonathan Yáñez***

## **DEDICATORIA**

*En primera instancia dedico esta propuesta tecnológica a Dios, por darme la vida y brindarme la oportunidad de llegar a este momento tan importante de mi carrera profesional. A mi madre, por ser un gran apoyo y por demostrarme su amor incondicional en todo momento. A mi Padre por ser el pilar fundamental en mi vida y brindarme sus experiencias, sus conocimientos, consejos, que a pesar de nuestras diferencias siempre siento su amor y preocupación por mi bienestar. A mis hermanas por compartir momentos significativos conmigo y siempre ser mi inspiración para yo ser mejor. Para finalizar a mi hermano Edwin quien desde que vino a vivir conmigo ha sido un gran acolite, en resumen dedico esta propuesta tecnológica a mi familia, sin ustedes no hubiera logrado esta meta.*

***Jonathan Yáñez***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TEMA:** “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE BOTELLAS TIPO PET Y ENVASADO DE AGUA PURIFICADA DE USO DOMÉSTICO”

**Autores:** Sr. Leandro Xavier Paredes Pozo

Sr. Jonathan Eduardo Yáñez Caizapanta

**Tutor:** Ing. Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuña

**RESUMEN**

La presente propuesta tecnológica busca optimizar los procesos de lavado, envasado y gasificado del agua para botellas de plástico tipo pet de 500 mililitros, mejorando los tiempos de ejecución de cada subproceso, asegurando la inocuidad en cada momento y creando una concientización por el cuidado al medio ambiente debido a que la misma botella puede ser utilizada varias veces, de esta manera lograr reducir los desechos de plástico tipo pet. En esta propuesta tecnológica se realizó un estudio de tiempos y movimientos del proceso manual, de la misma manera se diseñaron y seleccionaron todos los procesos que tiene que realizar de forma automatizada esta máquina, por lo tanto se aseguró la correcta elección de los materiales y sistemas utilizados para su posterior construcción, mediante varios intentos experimentales se evidenció que una manera efectiva para lograr gasificar el agua es que se debe inyectar el CO<sub>2</sub> con una presión de 40 psi, así como también se tiene que sacudir la botella llena de agua durante un tiempo de 15 a 30 segundos. Gracias a esta propuesta tecnológica se genera un ahorro de tiempo para el envasado de 30 segundos y para el proceso de gasificado 3 minutos con 3 segundos, se determinó que este equipo puede lavar y envasar 40 botellas por botellón, de la misma forma se puede gasificar 2927 botellas por cada tanque de CO<sub>2</sub> utilizado, se logró determinar el costo de construcción del equipo, considerando una utilidad del 15%, el equipo se podría vender en un valor total de 1.024,51\$.

**Palabras Claves:** Optimización, Lavado, Envasado, Gasificado, Automatización, Botella pet

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

**Theme:** “Optimization of the Process of Cleaning Pet Bottles and Packaging of Purified Water for Domestic Use.”

**Author:** Yáñez Caizapanta Jonathan Eduardo  
Paredes Pozo Leandro Xavier

### ABSTRACT

This technological proposal seeks to optimize the processes of washing, bottling and carbonation of water for 500-milliliter PET plastic bottles, improving the execution times of each sub process, ensuring safety at all times and creating awareness for the care of the environment because the same bottle can be used several times, thus achieving a reduction in PET plastic waste. In this technological proposal a study of times and movements of the manual process was carried out, in the same way all the processes that this machine has to perform in an automated way were designed and selected, therefore the correct choice of materials and systems used for its subsequent construction was ensured, through several experimental attempts it was evidenced that an effective way to achieve the gasification of water is that CO<sub>2</sub> must be injected with a pressure of 40 psi, as well as shaking the bottle full of water for a time of 15 to 30 seconds. Thanks to this technological proposal, a time saving of 30 seconds is generated for the bottling process and 3 minutes and 3 seconds for the gasification process. It was determined that this equipment can wash and bottle 40 bottles per bottle, in the same way it can gasify 2927 bottles for each CO<sub>2</sub> tank used, it was possible to determine the construction cost of the equipment, considering a 15% profit, the equipment could be sold at a total value of \$1,024.51.

**Key words:** Optimization, Washing, Bottling, Gasification, Automation, Pet bottle.



## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; PAREDES POZO LEANDRO XAVIER, YÁNEZ CAIZAPANTA JONATHAN EDUARDO**, cuyo título versa “**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE BOTELLAS TIPO PET Y ENVASADO DE AGUA PURIFICADA DE USO DOMÉSTICO**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, marzo del 2021

Atentamente,

**Mg. BOLÍVAR MAXIMILIANO CEVALLOS**  
**GALARZA DOCENTE CENTRO DE**  
**IDIOMAS C.C. 09108216**

180302793 Firmado  
5 VICTOR digitalmente por  
HUGO 1803027935  
ROMERO VICTOR HUGO  
GARCIA ROMERO GARCIA  
Fecha: 2021.03.04  
12:03:05 -05'00'

## INDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACION.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xviii
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	xx
1. INFORMACION GENERAL .....	1
1.1. Título del proyecto: .....	1
1.2. Fecha de inicio: .....	1
1.3. Fecha de finalización:.....	1
1.4. Lugar de ejecución: .....	1
1.5. Facultad académica que auspicia: .....	1
1.6. Carrera que auspicia:.....	1
1.7. Proyecto de investigación vinculado:.....	1
1.8. Equipo de trabajo: .....	1
1.9. Tutor:.....	1
1.10. Área de conocimiento: .....	2
1.11. Campo específico .....	2
1.12. Campo detallado.....	2
1.13. Carrera de grado .....	2
1.14. Titulaciones de grado .....	2
1.15. Línea de investigación: .....	2
1.16. Sub líneas de investigación de la carrera: .....	2
1.17. Tipo de propuesta tecnológica.....	2
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	2
2.1. Título de la propuesta tecnológica .....	2

2.2. Tipo de propuesta alcance .....	3
2.3. Área del conocimiento .....	3
2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica.....	3
2.5. Objeto De Estudio Y Campo De Acción .....	4
2.5.1. Objeto De Estudio .....	4
2.5.2. Campo de acción .....	5
2.6. Situación problémica y problema.....	5
2.6.1. Situación problémica:.....	5
2.6.2. Problema .....	5
2.7. Hipótesis o formulación de preguntas directrices .....	7
2.8. Objetivo(S).....	7
2.8.1. Objetivo general: .....	7
2.8.2. Objetivos específicos: .....	7
2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos .....	8
3. MARCO TEÓRICO .....	11
3.1. Antecedentes .....	11
3.1.1. Antecedente 1 .....	11
3.1.2. Antecedente 2.....	11
3.2. Principales referencias teóricas .....	11
3.2.1. Proceso .....	11
3.2.2. Elementos de un proceso.....	12
3.2.3. Actividad .....	12
3.2.4. Estudio de tiempos y movimientos .....	12
3.2.5. Toma de muestras (muestreo) .....	12
3.2.6. Tiempo estándar .....	12
3.2.7. Mecanismos.....	13
3.2.8. Máquina.....	13
3.2.9. Máquina simple .....	13
3.2.10. Mecanismo .....	13
3.2.11. Sistemas mecánicos.....	13
3.2.12. Palanca .....	15
3.2.13. Palanca de segundo grado .....	15
3.2.14. Sistemas hidráulicos.....	15
3.2.15. Regulador de presión.....	15
3.2.16. Reductor de velocidad.....	16

3.2.17. Medidor Tds .....	16
3.2.18. Par de salida o torque .....	16
3.2.19. Botellas.....	16
3.2.20. Dimensión del problema de los desechos plásticos.....	16
3.2.21. Sistemas de lavado .....	18
3.2.22. Máquina lavadora rotativa.....	19
3.2.23. Máquina lavadora lineal .....	19
3.2.24 Bacterias en las botellas .....	19
3.2.25. Agua purificada .....	20
3.2.26. Beneficios del agua purificada .....	20
3.2.27. Agua con gas .....	21
3.2.28. Beneficios para la salud del agua con gas .....	21
3.2.29. Automatización .....	22
3.2.30. Circuito.....	23
3.2.31. Elementos de un circuito .....	23
3.2.32. Simulación.....	24
3.2.33. Micro controlador.....	24
3.2.34. PIC 18F4550 .....	24
3.2.35. Modulo relé .....	24
3.2.36. Programación .....	24
3.2.37. Lenguaje C .....	25
3.2.38. Placa PCB.....	25
3.2.39. Método de selección de alternativas.....	25
3.2.40. Depreciación.....	25
3.2.41. Ozono .....	26
3.2.42. Doméstico.....	26
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>27</b>
<b>5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
5.1. Objetivo 1: Realizar un estudio de tiempos y movimientos para la mejora del proceso inicial.....	30
5.1.1. Estudio de tiempos y movimientos .....	30
5.1.2. Identificar las actividades inmersas en el proceso casero .....	30
5.1.3. Enlistar la secuencia de actividades .....	31
5.1.4 Toma de tiempos de ejecución de cada actividad .....	34
5.1.5. Definir el tiempo estándar del proceso casero.....	36

5.2. Objetivo 2: Seleccionar los parámetros principales para la generación del diseño. ....	36
5.2.1. Definir medidas antropométricas de los ecuatorianos.....	36
5.2.2. Establecer sistemas mecánicos de la máquina.....	44
5.2.3. Establecer sistemas eléctricos y electrónicos de la máquina.....	49
5.2.4. Establecer sistemas hidráulicos de la máquina.....	49
5.2.5. Definir capacidad de envasado de la máquina .....	51
5.3. Objetivo 3: Diseñar los sistemas mecánicos, hidráulicos, circuitos eléctricos y electrónicos para la construcción .....	54
5.3.1. Diagramar circuitos eléctricos y electrónicos de la máquina. ....	54
5.3.2. Seleccionar elementos eléctricos y electrónicos.....	56
5.3.3. Seleccionar elementos mecánicos e hidráulicos.....	59
5.3.4. Seleccionar el material .....	72
5.3.5. Dibujar el diseño final de la máquina.....	74
5.4. Objetivo 4.....	81
Construir la máquina para verificar su funcionalidad .....	81
5.4.1. Verificar el funcionamiento de los sistemas individuales .....	81
5.4.2. Construir La Estructura Base De La Máquina .....	92
5.4.3. Recubrir la estructura de la máquina.....	94
5.4.4. Acoplar todos los sistemas de la máquina.....	95
5.4.5. Inspeccionar el funcionamiento de la máquina .....	97
5.5 Objetivo 5.....	101
Analizar los costos incurridos en el diseño y construcción de la máquina para su financiamiento.....	101
5.5.1 Analizar los costos incurridos en el proyecto.....	101
5.5.2 Clasificar los costos incurridos en el proyecto. ....	103
5.5.3 Evaluar la depreciación de la máquina.....	103
5.5.4 Registrar el valor total del financiamiento. ....	104
6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS .....	105
6.1. Presupuesto.....	105
6.2. Análisis De Impactos .....	106
6.2.1. Impacto Práctico:.....	106
6.2.2. Impacto Simbólico: .....	106
6.2.3. Impacto Tecnológico.....	106
6.2.4. Impacto Ambiental:.....	106
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	106

7.1. Conclusiones .....	106
7.2. Recomendaciones.....	107
REFERENCIAS .....	107
ANEXOS .....	111

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Beneficiarios de la Propuesta Tecnológica. ....	3
<b>Tabla 2:</b> Tareas referentes a los objetivos. ....	8
<b>Tabla 3:</b> Metodología, técnicas e instrumentos. ....	28
<b>Tabla 4:</b> Lista de actividades del proceso de lavado y envasado de agua de manera casera... 30	
<b>Tabla 5:</b> Lista de actividades del proceso de gasificación de agua de forma casera. ....	31
<b>Tabla 6:</b> Toma de tiempos del proceso de lavado y envasado de agua de manera casera.....	34
<b>Tabla 7:</b> Toma de tiempos del proceso de gasificación de agua de manera casera.....	35
<b>Tabla 8:</b> Tiempo promedio del proceso de lavado y envasado de agua de manera casera.....	36
<b>Tabla 9:</b> Tiempo promedio del proceso de gasificación de agua de manera casera.....	36
<b>Tabla 10:</b> Tiempo promedio total del proceso de lavado, envasado y gasificación de agua de manera casera. ....	36
<b>Tabla 11:</b> Dimensiones antropométricas en posición de pie de adolescentes, sexo femenino de 15 a 17 años. ....	38
<b>Tabla 12:</b> Dimensiones antropométricas en posición de pie de adolescentes, sexo masculino de 15 a 17 años. ....	39
<b>Tabla 13:</b> Dimensiones antropométricas en posición de pie de estudiantes, sexo femenino de 18 a 24 años. ....	40
<b>Tabla 14:</b> Dimensiones antropométricas en posición de pie de estudiantes, sexo masculino de 18 a 24 años. ....	41
<b>Tabla 15:</b> Dimensiones antropométricas en posición de pie de trabajadores, sexo femenino de 18 a 65 años. ....	42
<b>Tabla 16:</b> Dimensiones antropométricas en posición de pie de trabajadores, sexo masculino de 18 a 65 años. ....	43
<b>Tabla 17:</b> Promedio de la altura del codo en posición de pie ambos sexos de 15 a 65 años... 44	
<b>Tabla 18:</b> Especificaciones entre PLC logo 230RCE y PIC18F4550. ....	57
<b>Tabla 19:</b> Selección de Alternativas para el dispositivo electrónico.....	57
<b>Tabla 20:</b> Lista de elementos electrónicos. ....	58
<b>Tabla 21:</b> Selección de alternativa para el sistema se sujeción .....	61
<b>Tabla 22:</b> Especificaciones del motor eléctrico requerido para la máquina. ....	61
<b>Tabla 23:</b> Especificaciones del motor eléctrico adquirido para la máquina.....	62
<b>Tabla 24:</b> Especificaciones del reductor de velocidad adquirido para la máquina.....	62
<b>Tabla 25:</b> Selección del sistema mecánico para el gasificado.....	65
<b>Tabla 26:</b> Especificaciones de la máquina eléctrica requerida para mover la base con la botella. ....	65
<b>Tabla 27:</b> Especificaciones de la máquina eléctrica adquirida para mover la base con la botella. ....	66
<b>Tabla 28:</b> Especificaciones de la bomba adquirida para el lavado la botella. ....	67
<b>Tabla 29:</b> Especificaciones de la bomba adquirida para envasar la botella. ....	69
<b>Tabla 30:</b> Especificaciones de las electroválvulas requeridas para la máquina. ....	71
<b>Tabla 31:</b> Especificaciones de las electroválvulas adquiridas para la máquina. ....	71
<b>Tabla 32:</b> Especificaciones y dimensiones de la red de distribución (manguera de poliuretano).....	72
<b>Tabla 33:</b> Especificaciones y dimensiones de la red de distribución (manguera de gas doméstico e industrial). ....	72

<b>Tabla 34:</b> Selección del material para la estructura.....	72
<b>Tabla 35:</b> Selección del material para cubrir la maquina .....	73
<b>Tabla 36:</b> Tiempo promedio del proceso casero que debe realizar el usuario de la máquina. 98	
<b>Tabla 37:</b> Tiempo total del proceso de lavado y envasado de agua purificada realizada por la máquina. ....	98
<b>Tabla 38:</b> Tiempo total del proceso de lavado y envasado de agua gasificada realizada por la máquina. ....	99
<b>Tabla 39:</b> Comparación de tiempos .....	100
<b>Tabla 40:</b> Capacidad de producción de botellas de 500ml de agua purificada. ....	100
<b>Tabla 41:</b> Capacidad de producción de botellas de 500ml de agua gasificada. ....	101
<b>Tabla 42:</b> Costos de materiales para la construcción de la máquina. ....	102
<b>Tabla 43:</b> Clasificación de Costos de Diseño y Construcción.....	103
<b>Tabla 44:</b> Valor Anual de la Depreciación .....	103
<b>Tabla 45:</b> Evaluación de la Depreciación.....	104
<b>Tabla 46:</b> Financiamiento de la Máquina. ....	104
<b>Tabla 47:</b> Precio Tentativo de la Máquina .....	104
<b>Tabla 48:</b> Precio Referencial de Máquinas Existentes en el Mercado .....	105

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Clasificación de las maquinas .....	14
<b>Ilustración 2:</b> Clasificación de los principales mecanismos .....	14
<b>Ilustración 3:</b> Sistema Hidráulico .....	15
<b>Ilustración 4:</b> Ejemplo de Circuito.....	23
<b>Ilustración 5:</b> Diagrama de flujo del proceso casero del lavado y envasado .....	32
<b>Ilustración 6:</b> Diagrama de flujo del proceso casero para el gasificado .....	33
<b>Ilustración 7:</b> Medidas antropométricas de una mujer promedio .....	37
<b>Ilustración 8:</b> Boceto del diseño de la tapa para el lavado, envasado y gasificado .....	45
<b>Ilustración 9:</b> Explicación del funcionamiento de la palanca de segundo grado. ....	46
<b>Ilustración 10:</b> Cámara interna del reductor de velocidad .....	46
<b>Ilustración 11:</b> Primer boceto del sistema mecánico para el lavado, envasado y gasificado..	48
<b>Ilustración 12:</b> Segundo boceto del sistema mecánico para el lavado, envasado y gasificado. .....	48
<b>Ilustración 13:</b> Flujo del sistema eléctrico .....	49
<b>Ilustración 14:</b> Detalles técnicos del tanque de Sodastream .....	52
<b>Ilustración 15:</b> Tanque de CO2 del Sodastream .....	53
<b>Ilustración 16:</b> Circuito eléctrico .....	55
<b>Ilustración 17:</b> Circuito extra .....	55
<b>Ilustración 18:</b> LCD 16x2 (Simulación) .....	56
<b>Ilustración 19:</b> Microcontrolador Físico .....	58
<b>Ilustración 20:</b> Micro controlador simulación .....	58
<b>Ilustración 21:</b> Oscilador físico.....	58
<b>Ilustración 22:</b> Oscilador simulación .....	58
<b>Ilustración 23:</b> Modulo Relay físico.....	58
<b>Ilustración 24:</b> Modulo Relay simulación.....	58
<b>Ilustración 25:</b> Resistencia Cerámica física .....	58
<b>Ilustración 26:</b> Resistencia Cerámica simulación .....	58
<b>Ilustración 27:</b> LCD 16x2 Físico .....	58
<b>Ilustración 28:</b> LCD 16x2 Simulación .....	58
<b>Ilustración 29:</b> Tapa especial donde se pueda enroscar la botella para el lavado, envasado y gasificado.....	59

<b>Ilustración 30:</b> Mecanismo con un resorte y una palanca donde se pueda asegurar la botella para el lavado, envasado y gasificado. ....	60
<b>Ilustración 31:</b> Pasador el cual sirve como guía tanto para el movimiento giratorio como para el movimiento lineal .....	64
<b>Ilustración 32:</b> Resorte el cual sirve como guía tanto para el movimiento giratorio como para el movimiento lineal .....	64
<b>Ilustración 33:</b> Presión de salida total de la bomba de lavado .....	67
<b>Ilustración 34:</b> Presión del tanque de CO2 utilizado en la máquina. ....	69
<b>Ilustración 35:</b> Presión del tanque de CO2 utilizado en la máquina. ....	70
<b>Ilustración 36:</b> Regulador de presión utilizado en la máquina. ....	70
<b>Ilustración 37:</b> Presión de salida del regulador de presión utilizado en la máquina. ....	71
<b>Ilustración 38:</b> Diseño de la estructura de la máquina. ....	75
<b>Ilustración 39:</b> Diseño del sistema mecánico de la máquina. ....	76
<b>Ilustración 40:</b> Diseño de la estructura con el sistema mecánico de la máquina. ....	77
<b>Ilustración 41:</b> Diseño del sistema de sujeción de la máquina. ....	78
<b>Ilustración 42:</b> Diseño del sistema hidráulico de la máquina. ....	79
<b>Ilustración 43:</b> Diseño de la estructura con el sistema hidráulico y mecánico de la máquina. ....	80
<b>Ilustración 44:</b> Diseño final de la maquina .....	81
<b>Ilustración 45:</b> Reductor de velocidad para el sistema mecánico de la máquina. ....	82
<b>Ilustración 46:</b> Motor para el sistema mecánico de la máquina. ....	82
<b>Ilustración 47:</b> Base para el sistema mecánico de la máquina. ....	83
<b>Ilustración 48:</b> Caladora para el sistema mecánico de la máquina. ....	83
<b>Ilustración 49:</b> Sistema mecánico de la máquina. ....	84
<b>Ilustración 50:</b> Sistema de sujeción de la máquina. ....	84
<b>Ilustración 51:</b> Sistema de sujeción de la máquina. ....	85
<b>Ilustración 52:</b> Simulación virtual del sistema electrónico. ....	86
<b>Ilustración 53:</b> Simulación física del sistema electrónico. ....	86
<b>Ilustración 54:</b> Placa PCB del sistema electrónico, vista superior. ....	87
<b>Ilustración 55:</b> Placa PCB del sistema electrónico, vista inferior. ....	87
<b>Ilustración 56:</b> Montaje del diseño eléctrico. ....	88
<b>Ilustración 57:</b> Bomba de lavado. ....	89
<b>Ilustración 58:</b> Filtro .....	89

<b>Ilustración 59:</b> Tanque de CO2.....	90
<b>Ilustración 60:</b> Regulador de presión para CO2.....	90
<b>Ilustración 61:</b> Electroválvula.....	91
<b>Ilustración 62:</b> Bomba para el envasado.....	91
<b>Ilustración 63:</b> Válvula anti retorno vertical.....	92
<b>Ilustración 64:</b> Sistema de Ozonificación.....	92
<b>Ilustración 65:</b> Vista lateral derecha de la estructura.....	93
<b>Ilustración 66:</b> Vista frontal de la estructura.....	93
<b>Ilustración 67:</b> Estructura de la máquina.....	94
<b>Ilustración 68:</b> Estructura cubierta de acero inoxidable.....	94
<b>Ilustración 69:</b> Estructura cubierta de acero inoxidable.....	95
<b>Ilustración 70:</b> Estructura con el sistema mecánico.....	95
<b>Ilustración 71:</b> Estructura con el sistema mecánico y el de sujeción.....	96
<b>Ilustración 72:</b> Vista lateral derecha de la estructura con el sistema mecánico, sujeción e hidráulico.....	96
<b>Ilustración 73:</b> Vista frontal de la estructura con el sistema mecánico, sujeción e hidráulico.....	97
<b>Ilustración 74:</b> Estructura con el sistema mecánico, sujeción e hidráulico.....	97

## **1. INFORMACION GENERAL**

### **1.1. Título del proyecto:**

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE BOTELLAS TIPO PET Y ENVASADO DE AGUA PURIFICADA DE USO DOMESTICO.”

### **1.2. Fecha de inicio:**

25 de mayo del 2020

### **1.3. Fecha de finalización:**

Marzo de 2021

### **1.4. Lugar de ejecución:**

EMPRESA “AGUA DE ALTA PUREZA NEPTUNO” QUITO-ECUADOR

### **1.5. Facultad académica que auspicia:**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

### **1.6. Carrera que auspicia:**

Carrera de Ingeniería Industrial

### **1.7. Proyecto de investigación vinculado:**

No Aplica

### **1.8. Equipo de trabajo:**

#### **Autores:**

Paredes Pozo Leandro Xavier

**CI:** 172510900-1

[leandro.paredes9001@utc.edu.ec](mailto:leandro.paredes9001@utc.edu.ec)

Yáñez Caizapanta Jonathan Eduardo

**CI:** 172081493-6

[jonathan.yanez4936@utc.edu.ec](mailto:jonathan.yanez4936@utc.edu.ec)

### **1.9. Tutor:**

Ing. Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuña

### **1.10. Área de conocimiento:**

Campo Amplio

07.-Ingeniería, Industria y Construcción

### **1.11. Campo específico**

2.- Industria y Producción

### **1.12. Campo detallado**

7.-Diseño Industrial

### **1.13. Carrera de grado**

B. Ingeniería Industrial

### **1.14. Titulaciones de grado**

01.-Ingeniero/a Industrial

### **1.15. Línea de investigación:**

La Universidad Técnica de Cotopaxi, entre sus líneas de investigación dentro de la carrera de Ingeniería Industrial, tiene a la de “Procesos Industriales”; en esta línea se fomenta el desarrollo de tecnologías y procesos que permitan mejorar el rendimiento productivo y la transformación de materias primas en productos de alto valor añadido.

### **1.16. Sub líneas de investigación de la carrera:**

En las sub líneas de investigación de la carrera de Ingeniería Industrial, la investigación se enfoca en:

- Producción para el Desarrollo sostenible.
- Investigación de operaciones de tecnología.

Puesto que se propone la creación de una máquina que optimice el proceso de limpieza de botellas tipo pet y envasado de agua purificada de uso doméstico.

### **1.17. Tipo de propuesta tecnológica**

Diseño y se construcción de una máquina.

## **2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

### **2.1. Título de la propuesta tecnológica**

“Optimización del proceso de limpieza de botellas tipo pet y envasado de agua purificada de uso doméstico”

## 2.2. Tipo de propuesta alcance

Emprendimiento:

**Tabla 1:** Beneficiarios de la Propuesta Tecnológica.

<b>Beneficiarios</b>	
<b>Directos</b>	<b>Indirectos</b>
Los beneficiarios directos son todos los usuarios de la máquina que en la ciudad de Quito se aproxima a 15.170 personas que consumen agua purificada.	Los beneficiarios indirectos de este proyecto serán todos los usuarios de la máquina que en el Ecuador se aproxima a 12.229.188 personas que consumen agua purificada.

Fuente: Autores.

## 2.3. Área del conocimiento

En conformidad a la clasificación internacional normalizada de la educación, CINE – UNESCO el área de Ingeniería, industria y construcción y la Sub- área Industria y producción.

## 2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica

Esta propuesta tecnológica desarrollara aspectos tecnológicos relacionados a la construcción de una máquina lavadora y envasadora de agua purificada para botellas tipo PET reutilizables de uso doméstico, con la posibilidad de disponer de agua gasificada a la vez, con el objetivo de optimizar los procesos de lavado y envasado, tanto en tiempo como en recursos utilizados como es la botella tipo PET, dicha máquina funcionara de una manera muy fácil ya que debe introducir la botella en la máquina sin contener liquido en su interior, pulsar el botón del tipo de agua deseada, el proceso interno de la máquina será lavar la botella, envasar el agua seleccionada para que finalmente el usuario saque la botella de la máquina y proceda a consumirla, para lo cual se realizará y a su vez se describirá todo el proceso de diseño, simulación y posterior construcción de los sistemas internos de la máquina tales como: mecánico, hidráulico, eléctrico y electrónico apoyados de softwares de diseño y programación, los cuales son: AutoCAD, SolidWorks, Logo Soft Comfort, PIC C Compiler, Proteus 8 Professional, PICKIT 3.5 Programming que permitan construir de manera real. Cabe mencionar que la máquina será funcional para botellas de plástico tipo PET de 500 ml, el proceso interno de la máquina no será la purificación del agua, sino más bien purificar el agua que está destinada para la limpieza de la botella, y el envasado se realiza desde botellones de agua de 20 L previamente purificados externamente.

## **2.5. Objeto De Estudio Y Campo De Acción**

### **2.5.1. Objeto De Estudio**

La presente investigación se enfocará en presentar una solución para optimizar el tiempo utilizado en los procesos de lavado de una botella, envasado y gasificado de agua, que una persona normalmente lo realiza de manera casera en los procesos de lavado y envasado, para el gasificado se evita que el usuario tenga el inconveniente de conseguir una botella que contenga en su interior agua con gas, convirtiéndolo así en un proceso semi-industrial desarrollado por una serie de pasos consecutivos y sistémicos con el propósito de disminuir la utilización del recurso tiempo, y a la misma vez que se asegura una adecuada desinfección interna de la botella para su posterior envasado de agua purificada o gasificada.

También una alternativa para la correcta reutilización de las botellas de plástico, ya que los motivos por los que se realizara esta propuesta tecnológica es el impacto ambiental por el desecho, fabricación y mala reutilización de botellas de plástico tipo PET (Tereftalato de Polietileno). Según [1] “La gran mayoría de las botellas de plástico están hechas de polietileno (PET), producido a base de petróleo, la extracción del cual es una enorme fuente de emisiones de gases de efecto invernadero. Además, la producción de plástico genera gases tóxicos que acaban emitiéndose a la atmósfera.” La generación del plástico en si es maligno para el medio ambiente ya que repercute de forma dañina, siendo así que la creación de esta máquina busca disminuir la fabricación de botellas para envasado de agua purificada o gasificada con la opción de reutilizar las ya existentes.

Se pretende generar un ahorro económico y disponibilidad del consumo de agua purificada y gasificada sin generar basura, Según [1] ”Cuando compramos una botella de agua no pagamos sólo el contenido: el verdadero coste de estos envases se debe al plástico con que están fabricados”, al no cancelar el costo que tiene la botella cuando se adquiera en cualquier punto de venta, ya que los usuarios dispondrán del servicio de limpieza de la botellas, dosificación de agua purificada o gasificada, en la comodidad de la casa.

En el Ecuador el incremento del consumo de agua comparado con bebidas carbonatadas, [2] afirma que “Según el último reporte realizado en 2018 indica que el consumo de agua embotellada se ubicó en 41,2 litros per cápita (por persona), frente al de las bebidas gaseosas de 24,6 litros por ciudadano”, como es evidente el consumo de agua incrementara lo cual de forma directamente proporcional aumentara la presencia de botellas de un solo uso, con el fin

de dar un desahogo a ese deterioro que presentan estos envases, presentamos el siguiente trabajo de investigación.

### **2.5.2. Campo de acción**

La automatización de los procesos de lavado y envasado es una de las actividades más importantes que se va a desarrollar en esta propuesta tecnológica, de la misma manera la automatización para realizar agua gasificada, dando la opción a escoger al usuario entre llenar su botella con agua purificada o agua con gas, de esa manera se puede estandarizar todos los procesos y lograr cumplir con el objetivo de optimizar los procesos mencionados anteriormente.

## **2.6. Situación problémica y problema**

### **2.6.1. Situación problémica:**

El tiempo que a una persona invierte en lavar y envasar con agua su botella, el tiempo que le toma a una persona obtener una botella llena de agua gasificada, todo esto involucra que el usuario deje de hacer sus actividades diarias con normalidad, que pague más por el plástico de la botella que por su contenido y además que contamine al planeta por el desecho del mencionado envase de plástico tipo pet después de haber consumido el agua.

La necesidad del uso del plástico a nivel mundial ha incrementado de forma rápida a medida que avanzan los años. [3] afirma que “Esto supone más de 500 millones de toneladas anuales y la mitad de este incremento se producirá tan solo en la última década”.

La utilización de plástico también considera a América Latina, [4] afirma que “En Cuba, las bolsas de plástico de los mercados han sido parte de la vida cotidiana por más de dos décadas. Consideradas casi un símbolo de estatus en los años 90, cuando empezaron a difundirse de la mano de la apertura de las primeras tiendas en pesos convertibles, son actualmente usadas para una gran diversidad de tareas diarias”, considerando que el uso de plástico está ligado al nivel de ingresos, ya que el consumismo es uno de los factores dominantes hoy en día, para que más objetos que son de un solo uso sean creados de plásticos.

### **2.6.2. Problema**

El tiempo de hoy está copado de exigencias, por ende al ser una época muy ajetreada se busca tener inmediatez en todo lo que se hace, en la actualidad las personas ocupan la mayoría de su tiempo en el trabajo, estudios o ambos a la vez, es por ello que se ha vuelto una necesidad el que se optimicen las actividades diarias de cada persona en las cuales están incluidas el lavado, envasado de agua en botellas de plástico o el obtener agua gasificada, siendo así que

entre menos tiempo se ocupe en hacerlas es mucho mejor para poder invertirlo en otras de mayor provecho.

La mayoría de objetos de plástico son fabricados para un solo uso, y su destino final es el basurero más cercano, pero todo su procesos productivo y su disposición final están repercutiendo desde hace varios años atrás al medio ambiente en el que vivimos , ya que el tiempo para que este se degrade es muy extenso y su presencia sin una adecuada disposición final hacen que todo lugar en el cual podamos observar este deteriorado por el plástico, según [5] “Las bolsas de plástico, fabricadas con polietileno de baja densidad, tardan alrededor de 150 años en descomponerse totalmente. Sin embargo, las botellas de plástico pueden tardar en degradarse hasta mil años si permanecen enterradas”.

El proceso productivo para la generación de botellas o demás artículos de plástico, su materia prima es el petróleo, que desde su extracción genera un sinnúmero de gases de efecto invernadero, que terminan destruyendo parcial y progresivamente la atmosfera, su instancia final no siempre es la adecuada ya que pueden terminar en vertederos grandes de basuras, o en los mares. [4] afirma que “Cada día, unas 145.000 toneladas de residuos se eliminan de forma incorrecta y solo el 10% vuelve a usarse gracias al reciclaje o la aplicación de diversas técnicas de recuperación”.

[6] afirma que “Latinoamérica desecha 17.000 toneladas de plástico. Ecuador no es la excepción. Aquí se producen 117.000 toneladas de plástico al año, lo que equivale a 7.300 camiones llenos de botellas de este material, que tarda 500 años en biodegradarse”, es evidente que el uso de plástico es a nivel nacional, facilitando las actividades diarias, pero una vez satisfaciendo la necesidad del uso del plástico para el fin que sea cuál es el destino final de este.

En Quito la mayoría de los desechos generados por los hogares terminan en un relleno en el cual depositan toda clase de basura sin clasificarla o seleccionando la que pueda ser reutilizada. [7] afirma que “Quito produce diariamente alrededor de 2.200 toneladas de basura. El 60% (1.320 toneladas) corresponde a desechos orgánicos, que se originan en su mayor parte en los hogares. El 40% restante (880 toneladas) son plástico, cartón, vidrio, caucho y desechos considerados como peligrosos”.

Una de las acciones para frenar la disposición final de las botellas y productos plásticos es visto por varias personas como una fuente de ingresos, es reciclarlas para venderlas como materia prima y nuevamente reiniciar el ciclo de contaminación global, existen otras medidas

como la reutilización de las botellas de plástico particularmente las de tipo PET (Tereftalato de Polietileno), pero no precisamente para la funcionalidad con la que se fabricó.

Las causas de la poca o mala reutilización de las botellas de plástico son múltiples pero para este estudio se consideró el poco conocimiento que se tiene frente a las posibilidades de la reutilización de la botella con el fin que fue fabricado en este caso y el transporte de líquidos.

## **2.7. Hipótesis o formulación de preguntas directrices**

- ¿Se optimizaran los tiempos de los procesos realizados de manera casera con la construcción de la máquina?
- ¿El análisis del proceso de purificación y envasado del agua podría identificar los parámetros para el diseño de una máquina lavadora?
- ¿Un análisis de los componentes mecánicos, hidráulicos, circuitos eléctricos y electrónicos permitirá que se incorporen dichos componentes dentro del sistema constructivo de la máquina?
- ¿La construcción de la máquina y la verificación de su funcionamiento podrá darnos resultados de la eficiencia de la misma?
- Los costos de diseño y construcción de la maquina podrán estar dentro de un presupuesto de 1000 dólares?

## **2.8. Objetivo(S)**

### **2.8.1. Objetivo general:**

- Optimizar el proceso de limpieza de botellas tipo PET y envasado de agua purificada para uso doméstico.

### **2.8.2. Objetivos específicos:**

- Realizar un estudio de tiempos y movimientos para la mejora del proceso inicial.
- Seleccionar los parámetros principales para la generación del diseño.
- Diseñar los sistemas mecánicos, hidráulicos, circuitos eléctricos y electrónicos para la construcción de la máquina.
- Construir la máquina para la verificación de su funcionalidad.
- Analizar los costos incurridos en el diseño y construcción de la máquina para su financiamiento

## 2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

- Se muestran los objetivos específicos con relación al tema planteado en el desarrollo del anteproyecto, de la misma manera se especifican las actividades pertinentes a cada uno de los objetivos.

**Tabla 2:** Tareas referentes a los objetivos.

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
REALIZAR UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA MEJORA DEL PROCESO INICIAL	Identificación de las actividades inmersas en el proceso casero	Lista de actividades del proceso de lavado, envasado y gasificado de agua de manera casera.	* Observación *Analítico *Investigación Bibliográfica	*Microsoft, Word, Microsoft Excel, Hoja de Registro
	Realización de la secuencia de actividades	Diagrama de flujo de operaciones	* Observación *Analítico *Investigación Bibliográfica	*Microsoft, Word, Microsoft Excel
	Toma de tiempos de ejecución de cada actividad	Toma de tiempos del proceso de lavado, envasado y gasificado de agua de manera casera	* Observación *Analítico *Investigación Bibliográfica	*Microsoft, Word, Microsoft Excel, Hoja de Registro, Cronometro
	Identificación del tiempo estándar del proceso casero	Tiempo promedio total del proceso de lavado, envasado y gasificación de agua de manera casera	* Observación *Analítico *Investigación Bibliográfica	*Microsoft, Word, Microsoft Excel
SELECCIONAR LOS PARÁMETROS PRINCIPALES PARA LA GENERACIÓN DEL DISEÑO	Determinación de las medidas antropométricas de los ecuatorianos	Medida idónea para la altura del sistema de sujeción de la máquina	*Investigación Bibliográfica	*Fuentes bibliográficas, Libros, Microsoft Word
	Establecimiento de los sistemas mecánicos de la máquina	Sistema mecánico definido	*Investigación Bibliográfica	*Fuentes bibliográficas, libros, Microsoft Word
	Establecimiento de los sistemas eléctricos y electrónicos de la	Sistema eléctrico y electrónico definidos	*Investigación Bibliográfica	*Fuentes bibliográficas, libros, Microsoft Word

	máquina			
	Establecimiento de los sistemas hidráulicos de la máquina	Sistema Hidráulico definido	*Investigación Bibliográfica	Fuentes bibliográficas, libros, Microsoft Word
	Determinación de la capacidad de envasado de la máquina	Capacidad de lavado, envasado y gasificado de la maquina	*Investigación Bibliográfica *Experimentación	Fuentes bibliográficas, libros, Microsoft Excel
DISEÑAR LOS SISTEMAS MECÁNICOS, HIDRÁULICOS, CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN	Diagramación de los circuitos eléctricos y electrónicos de la máquina	Circuitos eléctricos y electrónicos simulados	*Investigación Bibliográfica *Experimentación *Programación *Simulación	*Proteus Professional 8 PIC C Compiler, Pickit2
	Seleccionamiento de elementos eléctricos y electrónicos	Elementos eléctricos y electrónicos definidos	*Investigación Bibliográfica *Analítico	*Fuentes bibliográficas, libros, Microsoft Word
	Seleccionamiento de los elementos mecánicos e hidráulicos	Elementos mecánicos e hidráulicos definidos	*Investigación Bibliográfica *Analítico	*Fuentes bibliográficas, libros, Microsoft Word
	Seleccionamiento del material	Material ideal para la construcción	*Investigación Bibliográfica *Analítico	*Fuentes bibliográficas, libros, Microsoft Word
	Diseño final de la máquina	Diseño digital final de la máquina incluido cada sistema.	*Simulación	*AutoCAD, Solid Works
CONSTRUIR LA MÁQUINA PARA	Verificación del funcionamiento de los sistemas individuales	Funcionamiento correcto del sistema mecánico, sujeción, hidráulico, eléctrico y electrónico de la máquina	* Experimentación *Analítico	*Protoboard, Placa PCB, Microsoft Word, Cámara Fotográfica

VERIFICAR SU FUNCIONALIDAD	Construcción de la estructura base de la máquina	Estructura Construida	* Experimentación *Analítico	*Sueda Eléctrica, Amoladora, Herramientas Manuales, Microsoft Word, Cámara Fotográfica
	Recubrimiento de la estructura de la máquina	Máquina Recubierta	*Experimentación *Analítico	*Taladro, Remachadora, Herramientas Manuales, Microsoft Word, Cámara Fotográfica
	Unión de todos los sistemas de la máquina	Máquina Completa	* Experimentación *Analítico	*Herramientas Manuales *Microsoft Word *Cámara Fotográfica
	Inspección del funcionamiento de la máquina	Check list del funcionamiento correcto de todos los sistemas unidos de Máquina	* Observación *Analítico	*Microsoft Word, Cámara Fotográfica
ANALIZAR LOS COSTOS INCURRIDOS EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA PARA SU FINANCIAMIENTO	Identificación de los costos incurridos en el proyecto	Tabla de costos de los materiales para la construcción de la máquina	* Observación *Analítico	*Microsoft Word, Microsoft Excel
	Clasificación de los costos incurridos en el proyecto	Tabla de clasificación de costos de diseño y construcción	* Observación *Analítico	*Microsoft Word, Microsoft Excel
	Evaluación de la depreciación de la máquina	Tabla de evaluación de la depreciación	* Observación *Analítico *Investigación Bibliográfica	*Microsoft Word, Microsoft Excel
	Determinación del valor total del financiamiento	Tabla del Financiamiento de la máquina	* Observación *Analítico	*Microsoft, Word, Microsoft Excel

Fuente: Autores

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Antecedentes**

Para la realización de la presente propuesta tecnológica se han considerado la revisión bibliográfica de trabajos similares a optimización y automatización de procesos, es por esto que se revisó varios archivos de repositorios de algunas universidades, en el cual se estudiarán las conclusiones y lo más relevante de estas para tomar como punto de partida, los mismos que son:

##### **3.1.1. Antecedente 1**

Diseño e implementación de una máquina flexible para envasado de líquidos cuyos autores son Henry Cruz Navarrete y Edinson Campoverde Williams este fue Proyecto Final previa a la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil en 2010. En este proyecto se obtuvo el siguiente resultado.

El diseño de sistemas de cualquier índole, basados en PLC, resultan muy versátiles, prácticos y económicos, debido a la gran flexibilidad que proporciona al momento de programarlos, la cantidad de modelos que existen en el mercado, diversidad de funciones, variedad de medios de comunicación, memoria, interrupciones internas y externas finalmente su costo [8].

##### **3.1.2. Antecedente 2**

Automatización de una máquina dosificadora de líquidos GRONINGER DFV – 6001 cuyo autor es Wilson Vladimir Vargas Cumbal este fue Trabajo previo a la obtención del Título de Ingeniero en Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte en 2013. En este proyecto se obtuvo el siguiente resultado.

Se diseñó un sistema de control utilizando un PLC General Electric y un panel touchscreen los cuales por su capacidad cubren los requerimientos del proceso de dosificación, este diseño se puede adaptar a determinadas especificaciones, dependiendo del producto que se vaya a dosificar [9].

#### **3.2. Principales referencias teóricas**

##### **3.2.1. Proceso**

Un proceso es comprendido como todo desarrollo sistemático que conlleva una serie de pasos ordenados u organizados, que se efectúan o suceden de forma alternativa o simultánea, los cuales se encuentran estrechamente relacionados entre sí y cuyo propósito es llegar a un resultado preciso [10].

### **3.2.2. Elementos de un proceso**

Según [11] todo proceso consta de los siguientes elementos:

- a) Un input (entrada), es producto que proviene de un suministrador (externo o interno); es la salida de otros procesos (precedente en la cadena de valor) o de un proceso del proveedor o del cliente [11].
- b) El proceso, la secuencia de actividades propiamente dicha (...) factores, medios y recursos con determinados requisitos para ejecutarlo siempre bien a la primera [11].
- c) Un output (salida), es un producto que va destinado a un usuario o cliente (externo o interno) [11].

### **3.2.3. Actividad**

Según [11] Por actividad entendemos “el conjunto de tareas necesarias para la obtención de un resultado”.

### **3.2.4. Estudio de tiempos y movimientos**

El estudio de tiempo y movimiento es una herramienta la cual sirve para determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen cualquier proceso, así como para analizar los movimientos que son realizados por parte de un operario para llevar a cabo dicha operación [12].

### **3.2.5. Toma de muestras (muestreo)**

Según [13] afirma:

Las técnicas de muestreo son un conjunto de técnicas estadísticas que estudian la forma de seleccionar una muestra representativa de la población, es decir, que represente lo más fielmente posible a la población a la que se pretende extrapolar o inferir los resultados de la investigación, asumiendo un error medible y determinado.

### **3.2.6. Tiempo estándar**

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga [14] como se citó en [15].

### **3.2.7. Mecanismos**

Se le llama mecanismo a los aparatos o dispositivos de sólidos que reciben una energía de entrada, a través de un sistema de transmisión o transformación de movimientos, para realizar un trabajo en específico.

### **3.2.8. Máquina**

Una máquina es un conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo con un fin determinado [16].

### **3.2.9. Máquina simple**

Las máquinas simples son ingenios mecánicos que utilizan los seres humanos para realizar trabajos con un menor esfuerzo. Desde la antigüedad se considera que son cinco las grandes máquinas simples: el plano inclinado, el tornillo, la rueda, la palanca y la polea [16].

### **3.2.10. Mecanismo**

Los mecanismos son elementos destinados a transmitir y/o transformar fuerzas y/o movimientos desde un elemento motriz (motor) a un elemento conducido (receptor), con la misión de permitir al ser humano realizar determinados trabajos con mayor comodidad y menor esfuerzo [16].

Un mecanismo sería entonces un conjunto de elementos que forman parte de una máquina conectados entre sí y cuya misión es:

- Transformar una velocidad en otra velocidad.
- Transformar una fuerza en otra fuerza.
- Transformar una trayectoria en otra diferente.
- Transformar un tipo de energía en otro tipo distinto.

### **3.2.11. Sistemas mecánicos**

Un sistema mecánico está constituido, fundamentalmente, por componentes, dispositivos o medios que cuentan con la tarea específica de modificar la trayectoria del movimiento desde las fuentes que lo generan, ya que se encarga de transformar los distintos tipos de energía.

El sistema mecánico se caracteriza por estar unido por medios o piezas sólidas que realizan movimientos por acto de una fuerza. En ocasiones pueden ser relacionados con sistemas

eléctricos a fin de generar movimiento a través de un motor accionado por la energía eléctrica [16]. Tal como se puede observar en la siguiente ilustración.

**Ilustración 1:** Clasificación de las máquinas

Clasificación de las máquinas		
Clasificación de las máquinas	Según la complejidad	Simples
		Compuestas
	Según su función	Para realizar trabajo mecánico
		Para comunicarse
		Para transporte
		Para producir calor
		Domésticas
	...	
	Según su funcionamiento	Eléctricas
		Térmicas
		Eólicas
		Hidráulicas
Solares		
...		

Fuente: [16]

**Ilustración 2:** Clasificación de los principales mecanismos

Clasificación de los principales mecanismos			
Tipo	Función	Mecanismos	
Mecanismos de transmisión del movimiento	Transmiten el movimiento, la fuerza y la potencia producidos por un elemento motriz a otro punto.	Mecanismos de transmisión lineal	Polea
			Polipasto
			Palanca
		Mecanismos de transmisión circular	Ruedas de fricción
			Sistemas de polea y correa
Mecanismos de transformación del movimiento	Transforman el movimiento circular en rectilíneo, o de rectilíneo a circular.	Mecanismos de transformación del movimiento circular en rectilíneo o viceversa.	Engranajes
			Cadenas
			Manivela-tomo
		Mecanismos de transformación del movimiento circular en rectilíneo alternativo o viceversa.	Piñón-cremallera
			Tomillo-tuerca
Mecanismos auxiliares	Son toda una serie de elementos mecánicos que sirven para modificar o controlar algunos parámetros del movimiento, como permitir el giro en un solo sentido (trinquete), reducir la velocidad de giro (frenos), Absorber energía (resortes) y permitir el acoplamiento de ejes y árboles de transmisión (embragues y acoplamientos)		Tomillo sin fin
			Biela-manivela
			Leva y excéntrica
			Cigüeñal
			Trinquetes
Mecanismos auxiliares			Frenos
			Resortes
			Embragues
Mecanismos auxiliares			Acoplamientos

Fuente: [16]

### 3.2.12. Palanca

Se llama palanca a una barra sólida, uniforme, curva o con ángulo, puesta a girar sobre un punto fijo llamado punto de apoyo o fulcro, su función es transmitir fuerza para desplazar un objeto [17].

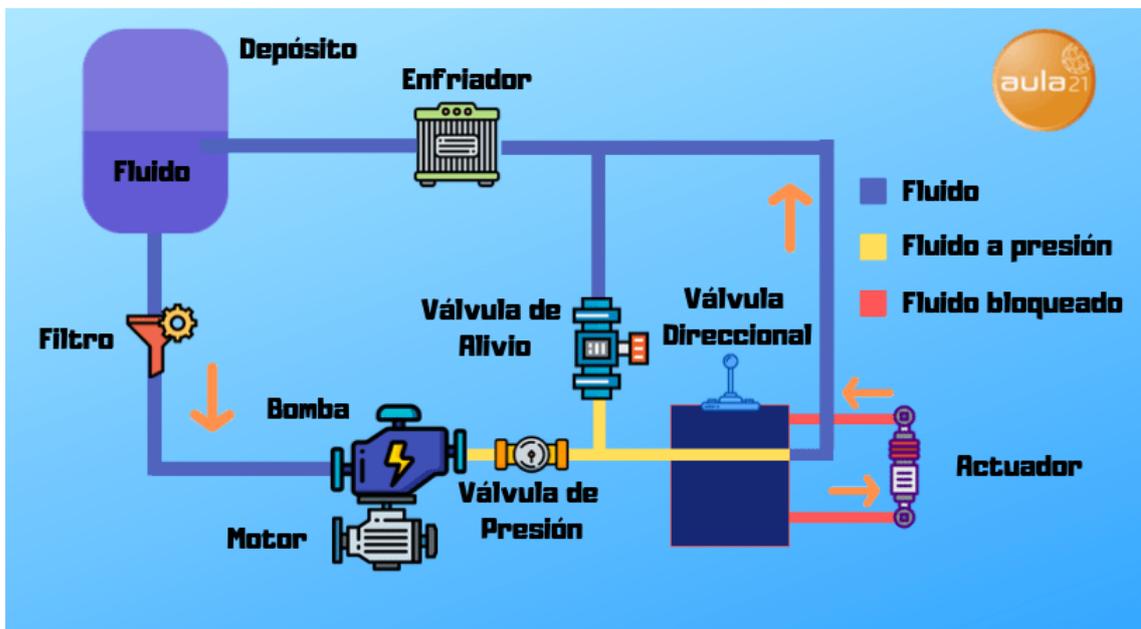
### 3.2.13. Palanca de segundo grado

La palanca de segundo grado consiste en que la resistencia se encuentra, entre la fuerza y el fulcro [17].

### 3.2.14. Sistemas hidráulicos

Un sistema hidráulico utiliza un fluido bajo presión para accionar maquinaria o mover componentes mecánicos. Los sistemas hidráulicos se utilizan en todo tipo de entornos industriales grandes y pequeños, así como en edificios, equipos de construcción y vehículos [18]. Tal como se muestra en la ilustración.

Ilustración 3: Sistema Hidráulico



Fuente: [18]

### 3.2.15. Regulador de presión

Los reguladores de presión son válvulas que cortan automáticamente el flujo de un gas o líquido cuando está a cierta presión. Los reguladores también se utilizan para permitir que los tanques o líneas de suministro de fluido a alta presión se reduzcan a una presión utilizable y segura para diferentes aplicaciones [19].

### **3.2.16. Reductor de velocidad**

Un reductor de velocidad es un conjunto de transmisión en el cual su objetivo es que la velocidad de salida sea menor que la de entrada. Normalmente el reductor de velocidad se utiliza en las máquinas que consten entre un motor y una carga que se quiera mover, de modo que la velocidad de giro del eje de salida es menor a la del eje del motor y con esa pérdida de velocidad de giro se gana fuerza para mover algún tipo de carga [20].

### **3.2.17. Medidor Tds**

TDS es la abreviatura en inglés de “Total Dissolved Solids”, en español, “Total de Sólidos Disueltos” y lo que hacen los lectores de TDS es medir la concentración total de los sólidos disueltos en el agua. Los TDS se componen de sales inorgánicas. Las sales inorgánicas comunes presentes en el agua son los minerales como calcio, magnesio, potasio y sodio, entre otros [21].

### **3.2.18. Par de salida o torque**

El par motor, también conocido como torque, es una magnitud física que mide el momento de fuerza que se ha de aplicar a un eje que gira sobre sí mismo a una determinada velocidad [22].

### **3.2.19. Botellas**

[23] Afirma que: “Son recipientes fabricados en material rígido, habitualmente de vidrio o alguna variedad de plástico y que se usa para contener productos líquidos”. Una botella es un envase el cual tiene como objetivo almacenar cualquier tipo de sustancia ya sea para consumo o para su transporte de un lugar a otro.

### **3.2.20. Dimensión del problema de los desechos plásticos**

La palabra plástico se refiere a ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación artificial de los átomos de carbono en largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos. En general, son derivados del petróleo, aunque algunos se pueden obtener a partir de otras sustancias naturales. Algunas de las propiedades de estos compuestos que los han hecho tan ampliamente usados son: la facilidad con que pueden ser trabajados o moldeados, su impermeabilidad, su baja densidad (pesan poco con relación a su volumen), su baja conductividad eléctrica, su resistencia a la corrosión y a la intemperie, su resistencia a diversos factores químicos y biológicos y, en buena medida, su bajo costo. Sin embargo, algunas de estas propiedades, que son favorables desde el punto de vista de las aplicaciones que los plásticos pueden tener, han resultado inconvenientes para el

manejo de los desechos que se generan con el uso creciente de estos materiales. La basura generada por las actividades humanas hasta mediados del siglo XX consistía principalmente en desechos biodegradables o reciclables. Al incorporarse el plástico a la vida cotidiana, una parte considerable de los desechos producidos comenzó a acumularse en el ambiente, precisamente por la resistencia de los plásticos a la corrosión, la intemperie y la degradación por microorganismos (biodegradación). Anualmente se producen varios millones de toneladas de plásticos en el mundo. En México, el consumo anual de plásticos por habitante en 2005 se estimaba en 49 kilogramos. Del total consumido, más de un millón de toneladas por año se convierten en desecho. La degradación de los plásticos sintéticos es muy lenta. Como ejemplo, la descomposición de productos orgánicos tarda 3 o 4 semanas, la de telas de algodón 5 meses, mientras que la del plástico puede tardar 500 años. Además, en buena medida la “degradación” de estos plásticos simplemente genera partículas de plástico más pequeñas que, a pesar de ya no ser evidentes, se acumulan en los ecosistemas. Al respecto, estudios recientes sobre la presencia de “micro plásticos” o fragmentos de plástico de tamaño inferior a 5 milímetros, muchos de ellos de origen desconocido pero que probablemente provienen de la fragmentación de objetos de plástico más grandes, han demostrado que éstos se están acumulando de forma considerable en los mares. En arena de playas y estuarios son muy abundantes los micro fragmentos de acrílico, polipropileno, polietileno, poliamida (nylon), poliéster, polimetacrilato, etc. La presencia de estos plásticos en los mares es variable, pero hay reportes de abundancia de 3 a 5 kg/km<sup>2</sup>, con registros de hasta 30 kg/km<sup>2</sup>. Lo que sí es seguro es que esa cantidad aumenta considerablemente cada año. En el norte del océano Pacífico se ha determinado que la cantidad de micro plástico se ha triplicado en la última década, y cerca de la costa de Japón la cantidad se multiplica por diez cada 2 o 3 años. La existencia de residuos plásticos en los mares es más que un problema estético, pues representa un peligro para los organismos marinos que sufren daños por ingestión y atragantamiento. Se calculan en cientos de miles las muertes de mamíferos marinos al año por esta causa. En aves se determinó que 82 de 144 especies estudiadas contenían fragmentos de plástico en sus estómagos y en algunas especies hasta el 80% de los individuos los presentan. Además, se ha demostrado que los plásticos acumulan compuestos químicos tóxicos como los bifenilos policlorados, el diclorodifenil dicloroetano y los nonifenoles, que no son muy solubles en agua y por esta razón se adhieren y se acumulan en los plásticos. Así, los fragmentos de plástico funcionan como transporte de contaminantes a los mares. Se ha demostrado que organismos marinos planctónicos, animales filtradores y aquellos que se

alimentan de detritos, ingieren estos plásticos y en muchos casos éstos quedan atrapados en sus tejidos. Aún no se ha determinado si de esta manera es posible que compuestos tóxicos contaminantes se bio-acumulen y entren en la cadena alimenticia, pero se piensa que es factible. El reciclamiento de plásticos [24].

Una de las estrategias que se ha venido utilizando para deshacerse de los plásticos derivados del petróleo es la incineración, pero la quema de plásticos es altamente contaminante y causa efectos negativos en el ambiente, tales como el incremento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y la liberación de compuestos químicos muy peligrosos, como las dioxinas, el cloruro y el cianuro de hidrógeno [24].

Otra estrategia de reciclaje que se propone con este proyecto, consiste en la reutilización de las botellas de plástico tipo PET de 500ml siendo un material muy comercial en este país ya que la mayoría de personas compran y consumen refrescos, gaseosas, jugos o agua mismas que son envasadas en botellas con la especificación dicha anteriormente que luego de su consumo son considerados como desecho.

Algunos de los inconvenientes que son erradicados con esta alternativa son que para su reciclamiento los plásticos deben ser manejados adecuadamente, no sólo en su recolección y procesamiento, sino en la limpieza, selección y separación adecuada de los materiales a reciclar, y esto no se da en muchos casos. Además, los artículos plásticos no pueden ser reciclados indefinidamente, sólo se pueden reciclar tantas veces como lo permitan las condiciones físicas y químicas en las que queda el material después de su procesamiento. Los problemas mencionados anteriormente no se dan en nuestro caso ya que como la botella es de uso personal la persona o consumidor puede volver a utilizar el mismo envase y llenarlo nuevamente con agua pura o si desea con agua gasificada, de esta manera se concientiza en el cuidado del medio ambiente.

### **3.2.21. Sistemas de lavado**

Según [23] “Son sistemas que sirven para esterilizar botellas y envases antes del llenado, mejorando los niveles de seguridad e higiene en el producto final”. En si un sistema de lavado realiza la limpieza y desinfección del interior o exterior de un objeto con el objetivo de eliminar cualquier tipo de bacteria o virus que puedan hacer daño al consumidor.

### **3.2.22. Máquina lavadora rotativa**

Esta máquina posee un sistema electromecánico para el enjuague de botellas de vidrio o plástico, equipada con un sistema transportador o pinzas con mordazas de material flexible, que sujetan firmemente los envases por el cuello durante el enjuague, sin aplastarlos o quebrarlos. Además, evita que ocurra desalineamiento o caída de botellas durante el enjuague o descarga. Por medio de válvulas de mando mecánico de un canal de botellas son rociadas con agua esterilizada, para eliminar posibles partículas en su interior, este tipo de enjuagadoras cuenta con un funcionamiento continuo y totalmente automático, además controles de velocidad variable que sincronizan la enjuagadora y la llenadora para proporcionar constante alimentación de botellas a ésta última [23].

### **3.2.23. Máquina lavadora lineal**

Esta máquina posee un sistema automático para el enjuague de botellas de plástico, equipada con un sistema transportador accionados por una moto reductora y dos estaciones de bombeo con sus respectivos aspersores. Además, tiene una cadencia de producción variable de 30 a 100 botellas por minuto. Esta máquina cuenta con un sistema de aspersión en forma de flauta que nos ayuda a rociar dicho líquido para realizar el lavado de las botellas y cuenta con dos depósitos de agua y filtros que nos permiten la reutilización de dichos líquidos y evitar el derramamiento y pérdida de los líquidos utilizados. Este tipo de enjuagadoras cuenta con un funcionamiento continuo, además controles de velocidad variable que sincroniza la enjuagadora para proporcionar constante alimentación de botellas [23].

### **3.2.24 Bacterias en las botellas**

Se debe recordar que el agua embotellada está en un sistema cerrado, a diferencia del agua potable tomada de la llave que fluye por tubos. Una vez que el contenedor está lleno y sellado, el agua embotellada puede permanecer sobre el anaquel de la tienda de comestibles o almacenada en la casa durante semanas o a veces meses. La desinfección no es sinónimo de esterilización. Cualquier bacteria presente se adherirá a los lados o inferior del contenedor y se multiplicará gracias a pequeñas porciones de materia orgánica presente en el agua. Este material orgánico puede variar sustancialmente en cantidad y tipo, dependiendo de la fuente de agua, aunque en la mayoría de los casos, el nivel de materiales orgánicos sea bajo, muchos de los microorganismos presentes se adecuan a estas condiciones, por lo que esto se convierte en una ventaja. Así, el agua que contiene pocos organismos, una vez embotellada, puede presentar un aumento exponencial del número de bacterias [25].

La obtención de fuentes de agua de buena calidad para el consumo constituye un requisito básico para la preservación de la salud humana, resultando muy importante contar con programas permanentes de inspección y control de las mismas. El incremento del consumo de agua embotellada es dado, en gran medida a considerar que esta es de alta pureza, no obstante, a lo que las personas creen, el agua embotellada no está libre de microorganismos o bacterias. Mucho de estos microorganismos provienen de la fuente misma y estos no suelen ser problema de salud pública. La presencia de potenciales agentes patógenos es de origen o se generan durante el proceso de embotellado [25].

### **3.2.25. Agua purificada**

El agua purificada se puede denominar también agua destilada, agua de doble destilación e incluso agua desionizada. El agua purificada suele ser tratada mediante ósmosis inversa y/o destilación (tratamiento en el que el agua es hervida, evaporada y condensada), eliminando los minerales disueltos. Debido a que es un agua potable y filtrada, se encuentra libre de sustancias no deseadas como parásitos, cloro, flúor o dioxinas. El agua purificada se utiliza para garantizar la salubridad y seguridad de los productos elaborados [26].

### **3.2.26. Beneficios del agua purificada**

La baja calidad del agua sigue siendo una gran amenaza para la salud humana. Las enfermedades diarreicas presentan 4,3% (62,5 millones de AVAD) de la carga mundial total de años de vida ajustados en función de la discapacidad (OMS 2002). Las observaciones indican que 88% de esa carga se puede atribuir al abastecimiento inseguro de agua y al inadecuado saneamiento e higiene, que afecta principalmente a los niños de los países en desarrollo [27].

El primer beneficio para la salud que se obtiene de tomar agua purificada es mantener hidratado al cuerpo humano. El agua purificada no solo contribuye al bienestar de la persona, sino que la hace lucir y sentir bien; el hidratarse puede ayudar a verse más joven y mantener la piel fresca, además de retrasar los signos del envejecimiento. Tomar agua purificada también es bueno para los huesos y el cabello. Mantenerse hidratado ayuda a mejorar el metabolismo, evita la caída del cabello. Tomar agua purificada elimina las toxinas; si se tiene un déficit de agua, el corazón tendrá que hacer un esfuerzo adicional para bombear sangre oxigenada a los órganos, lo que provocará graves problemas de salud [27].

### **3.2.27. Agua con gas**

El agua con gas es aquella que incluye ácido carbónico en su composición, que a su vez se descompone en agua y dióxido de carbono, el cual sale a la superficie en forma de burbujas, cuando la bebida se despresuriza. A pesar de esta extraña constitución, lo cierto es que el agua con gas posee un gran número de minerales y otros nutrientes, que aportan múltiples beneficios a tu salud [28].

En el caso de esta máquina el agua gasificada se va a obtener gracias a un tanque de CO<sub>2</sub> mismo que va a tener un sistema conectado independiente y de esta manera se logra dar esa opción a la persona que lo vaya a utilizar ya que puede escoger entre llenar su botella con agua purificada y con agua gasificada.

### **3.2.28. Beneficios para la salud del agua con gas**

Según [29] “El agua con gas se hace añadiendo dióxido de carbono bajo presión. El resultado es que el agua contiene ácido carbónico. Si bebes de un solo trago, te puede dar hipo o indigestión. ¿Pero qué pasa si la bebes con más moderación? ¿Hay algo de cierto en que es mala para el estómago?”

Más bien todo lo contrario, según parece. En un pequeño ensayo, aleatorio y de doble ciego, se dividió a pacientes que sufren con frecuencia dispepsia o estreñimiento en dos grupos: uno iba a beber agua sin gas durante 15 días, y el otro bebería agua con gas durante el mismo periodo. Luego, les hicieron distintos exámenes médicos. Ambas patologías mejoraron en el caso de los que bebieron agua con gas, mientras que no hubo mejoría entre los que bebieron agua del grifo [29].

Si bebes mucha agua con gas, puede ser que te sientas hinchado, pero investigadores en Japón descubrieron que este efecto puede tener usos positivos. Hicieron que un grupo de mujeres ayunaran durante una noche y luego les sirvieron lentamente agua con y sin gas. Descubrieron que se liberan 900 mililitros de gas en solo 250 mililitros de agua, por lo que los estómagos de las mujeres se dilataron y ellas se sintieron llenas, aunque no habían comido. Estas mujeres no se sintieron mal. Se ha sugerido que el agua con gas puede ayudar a las personas que comen demasiado, porque te hace sentir más lleno [29].

Un pequeño estudio realizado en Canadá y publicado en 2011 concluyó que los adolescentes que bebían muchas bebidas carbonatadas (no agua) tenían menos calcio en sus cuerpos, pero

no pudieron saber si esto se debía a las bebidas o al hecho de que estos adolescentes bebían también menos leche [29].

El estudio "Framingham" sobre el corazón empezó en 1948 y siguió a un grupo de gente durante muchos años para descubrir más cosas sobre los factores de riesgo de las enfermedades del corazón. Ahora, algunos de sus hijos están participando en el estudio Framingham sobre la osteoporosis, que incluye exámenes médicos profundos cada cuatro años realizados por investigadores de la Universidad de Tufts, en Boston. En 2006, el equipo examinó la relación entre la densidad ósea y las bebidas gaseosas. Examinaron con detalle los distintos tipos de bebidas consumidas por las más de 2.500 personas que participaron en el estudio [29].

Descubrieron que las mujeres, pero no los hombres, que tomaban bebidas gaseosas con sabor a cola tres veces a la semana tenían los huesos de la cadera con una densidad mineral media menor. No hubo diferencia en el caso de otras bebidas carbonatadas. La hipótesis de los autores es que el efecto se debe probablemente a la cafeína y a las acciones del ácido fosfórico (que no tiene el agua con gas) sobre las que todavía no se sabe mucho. Es posible que de alguna forma bloquee la absorción de calcio, pero nadie sabe todavía cómo. Diez años después, todavía no hay acuerdo sobre cómo la dieta afecta la salud de los huesos [29].

Para la innovación en este proyecto es necesario el automatizar los procesos para brindarle una mayor facilidad de utilización al usuario, siendo importante recalcar que la persona solo debe enroscar la botella en la base, seleccionar si desea agua purificada o agua con gas y esperar a que el proceso se realice para luego desenroscar la botella y disfrutar de su contenido [29].

### **3.2.29. Automatización**

La automatización industrial, considerada como el manejo de la información en las empresas para la toma de decisiones en tiempo real, incorpora la informática y el control automatizado para la ejecución autónoma y de forma Óptima de procesos diseñados según criterios de ingeniería y en consonancia con los planes de la dirección empresarial (DNP, Colciencias. Plan Estratégico del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad, 2000-2010). El concepto de automatización corresponde a la necesidad de minimizar la intervención humana en los procesos de gobierno directo en la producción, vale decir, ahorrar esfuerzo laboral [30].

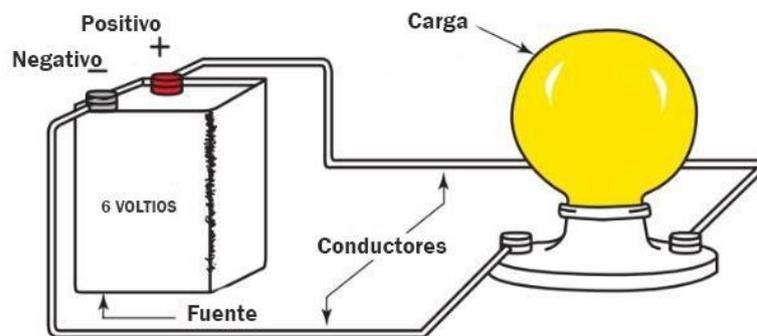
Los procedimientos lógicos humanos se encomiendan a máquinas automatizadas especiales, ordenadores, las cuales procesan información mucho más rápido que el hombre, con la ayuda de modelos matemáticos que describen tanto la propia tecnología como la actividad analítica y reguladora humana. Es la presencia de sistemas automáticos de dirección en los procesos tecnológicos que aseguran su optimización sin la intervención directa del hombre. La producción adquiere así el aspecto de un ciclo automático que puede reestructurarse con rapidez y eficiencia [30].

Merriam Webster sugiere una interesante definición de automatización: método de controlar automáticamente la operación de un aparato artefacto, proceso o sistema integrado por diversos componentes a través de medios mecatrónicos electrónicos y computacionales que sustituyen los órganos sensitivos y la capacidad de decisión del ser humano [31].

### 3.2.30. Circuito

Es el camino cerrado que forman una serie de elementos (carga, fuente y conductor), conectados entre sí, por el cual circula una corriente eléctrica.

Ilustración 4: Ejemplo de Circuito



Fuente: [32]

### 3.2.31. Elementos de un circuito

[33] Afirma que “los elementos de un circuito eléctrico que se utilizan para conseguirlo son los siguientes:”

- **Generador.** Parte del circuito donde se produce la electricidad, manteniendo una diferencia de tensión entre sus extremos.
- **Conductor.** Hilo por donde circulan los electrones impulsados por el generador.
- **Resistencia eléctrica.** Son elementos del circuito que se oponen al paso de la corriente eléctrica.

- **Interruptor.** Elemento que permite abrir o cerrar el paso de la corriente eléctrica. Si el interruptor está abierto no circulan los electrones y si está cerrado permite su paso [33].

### **3.2.32. Simulación**

La simulación computacional de sistemas, o apenas simulación, consiste en la utilización de ciertas técnicas matemáticas, empleadas en computadores, las cuales permiten imitar el funcionamiento de prácticamente cualquier tipo de operación o proceso del mundo real [34].

### **3.2.33. Micro controlador**

Un micro controlador es una computadora en pequeña escala. Eso quiere decir que en su interior contiene un CPU, unidades de memoria, puertos de entrada y salida, periféricos, osciladores, módulos de comunicación, DAC, ADC, entre otros [35]. Es decir es un circuito integrado encapsulado que permite realizar actividades basado en una programación que se lo asigne.

### **3.2.34. PIC 18F4550**

Es la denominación a uno del micro controladores de empresa Microchip, de alta gama destinado a la implementación para proyectos sofisticados, su recubrimiento es encapsulado con 40 pines para montaje en placas.

### **3.2.35. Modulo relé**

Dispositivo electrónico que permite controlar el accionamiento de cargas de potencia, mediante la energización de una bobina que funciona como electroimán, dicha bobina se acciona mediante un pulso externo, este consta de un contacto común, un contacto normalmente cerrado y otro normalmente abierto.

### **3.2.36. Programación**

Según [36] Es el proceso de tomar un algoritmo y codificarlo en una notación, un lenguaje de programación, de modo que pueda ser ejecutado por una computadora.

Es decir que la programación es un ordenamiento lógico de todas las actividades que necesitan ser realizada por la computadora o dispositivos eléctricos, con base a un lenguaje que entienda el dispositivo seleccionado.

### **3.2.37. Lenguaje C**

C es un lenguaje de programación (considerado como uno de los más importantes en la actualidad) con el cual se desarrollan tanto aplicaciones como sistemas operativos a la vez que forma la base de otros lenguajes más actuales como Java, C++ o C# [37].

Lenguaje C permite comunicarse con el dispositivo electrónico, para que procese grandes cantidades de información en el menor tiempo posible.

### **3.2.38. Placa PCB**

Viene del término en inglés (Printed Circuit Board), es una tarjeta o placa de circuito impreso, que soporta y conecta los componentes electrónicos, con caminos o pistas de cobre, para que un circuito o producto funcione como se desea [38].

### **3.2.39. Método de selección de alternativas**

Es el proceso durante el cual las personas debemos seleccionar entre dos o más alternativas. (...) va dirigida para las personas que están decididas a tomar una decisión, pero, requieren algunas orientaciones que les permitan seleccionar la mejor alternativa [39].

#### **3.2.39.1 Método de los factores ponderados**

Es una manera de asignar valores cuantitativos a todos los factores relacionados con cada alternativa de decisión y de derivar una calificación compuesta que puede ser usada con fines de comparación [40].

Procedimiento para calificar el factor cualitativo:

1. Preparar una lista de los factores relevantes.
2. Asignar una ponderación a cada factor para indicar su importancia relativa (las ponderaciones pueden sumar 1.00).
3. Asignar una escala común a cada factor, por ejemplo 0 – 100 puntos, establecer un mínimo.
4. Calificar cada lugar potencial de acuerdo con la escala diseñada y multiplicar las calificaciones por las ponderaciones.
5. Sumar los puntos de cada ubicación y escoger la ubicación que tenga más puntos [40].

### **3.2.40. Depreciación**

En términos contables, la depreciación se define como la reducción del valor en libros de un activo fijo de forma sistemática, hasta que su valor llegue a cero o sea despreciable. Se

entiende que esta reducción de valor se da como consecuencia natural del desgaste por el uso [41].

#### **3.2.40.1 Método de línea recta (sin valor de salvamento)**

Considera que el activo se gasta o deteriora uniformemente con el paso del tiempo, sin importar que pueda estar siendo usado en mayor o menor medida. (...) Visto de otra manera, se aplica una tasa de depreciación uniforme en todos los años de la vida útil del activo [41].

#### **3.2.40.2 Valor de Salvamento**

[42] afirma que es aquella parte del costo de un activo que se espera recuperar mediante venta o permuta del bien al fin de su vida útil.

Es decir, la cantidad de dinero que podemos obtener de un activo al final de su vida útil, el mismo que puede vender, mejorarse o sustituirse.

#### **3.2.41. Ozono**

Según [43]: “El ozono es una molécula que está compuesta por tres átomos de oxígeno. Se forma con la disociación de los átomos que componen el gas oxígeno que, mediante las colisiones entre ellos, generan la formación del ozono”.

##### **3.2.41.1. Ozono para purificar agua**

El poder desinfectante del ozono es de unas 3.000 veces superior y más rápido. El tratamiento de agua potable con ozono presenta, por tanto, una serie de ventajas respecto al tratamiento con cloro [44].

En primer lugar, debido al fuerte poder oxidante la calidad de la desinfección con ozono es muy superior a la que se consigue con un tratamiento con cloro. De esta forma, se consiguen eliminar virus, bacterias y microorganismos en general cloro-resistentes. Gracias también a este elevado potencial de oxidación conseguimos precipitar metales pesados que pueden encontrarse en disolución y eliminar compuestos orgánicos, pesticidas, y todo tipo de olores y sabores extraños que el agua pudiera contener [44].

#### **3.2.42. Doméstico**

La palabra doméstico implica todo aquello que es relativo a una casa, vivienda, hogar o morada. La entrada “doméstico” viene del latín “domus” es decir “casa” [45].

### **3.2.42.1. Uso doméstico**

Por lo tanto uso doméstico se le denomina además al uso que dan las maquinas u aparatos que realizan procesos no tan forzados como seria en el ámbito industrial, como por ejemplo, esta propuesta tecnológica, ya que su funcionamiento es ideal para el hogar por el motivo de que su diseño y programación no es ideal para una alta producción diaria, más bien para que su usuario la utilice cuando crea conveniente en la comodidad de su casa, lugar de trabajo u estudio.

## **4. METODOLOGÍA**

El presente proyecto es una investigación de tipo descriptiva, ya que se utilizarán datos de fuentes secundarias que fundamentarán el diseño de la máquina; así mismo para justificar el objetivo número 1, 2,3 y 5 se utilizara el método analítico-sintético, ya que recopilaremos la información bibliográfica referente para el diseño, para el objetivo número 4 se utilizara el método inductivo, ya que los datos de diseño serán específicos para la máquina a construirse. Mismos que se detallan en la tabla N°2.

**Tabla 3:** Metodología, técnicas e instrumentos.

No.	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1.- REALIZAR UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA MEJORA DEL PROCESO INICIAL	<p><b>Investigación Bibliográfica</b>                      Para recopilar información sobre todos los parámetros inmerso en la definición de actividades y toma de tiempos, lo cual nos dará como resultado el tiempo inicial del proceso ejecutado de forma casera.</p>	Fuentes bibliográficas, libros, sitios web, etc. Microsoft Word Microsoft Excel
2.-SELECCIONAR LOS PARÁMETROS PRINCIPALES PARA LA GENERACIÓN DEL DISEÑO	<p><b>Investigación Bibliográfica</b>                      Para recopilar información sobre todos los parámetros inmerso al diseño, lo cual nos dará como resultado el diseño final de la máquina.</p>	Fuentes bibliográficas, libros, sitios web, etc. Microsoft Word Microsoft Excel
3.-DISEÑAR LOS SISTEMAS MECÁNICOS, HIDRÁULICOS, CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN	<p><b>Investigación Bibliográfica</b> Permitirá instruirse sobre las temáticas y su procedimiento, al igual que los programas que se utilizaran, y mediante la <b>Simulación</b>, se generaran los sistemas finales de la máquina.</p>	Proteus Professional 8 PIC C Compiler Pickit2 Fuentes bibliográficas, libros, sitios web, etc. Microsoft Word AutoCAD SolidWorks

<p>4.- CONSTRUIR LA MÁQUINA PARA LA VERIFICACIÓN DE SU FUNCIONALIDAD</p>	<p><b>Pruebas</b></p> <p>Se realizará todas las pruebas y previos ensambles de los sistemas internos de la máquina, para verificar su correcto funcionamiento de forma individual, como colectiva.</p>	<p>Protoboard  Placa PCB  Microsoft Word  Cámara Fotográfica  Pickit2  Taladro  Remachadora  Herramientas Manuales</p>
<p>5.- ANALIZAR LOS COSTOS INCURRIDOS EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA PARA SU FINANCIAMIENTO</p>	<p><b>Investigación Bibliográfica</b></p> <p>Permitirá instruirse sobre las temáticas relacionadas a clasificación de costo que mediante <b>Observación</b> recolectaremos facturas que incurran en el gasto de la construcción de la máquina</p>	<p>Fuentes bibliográficas, libros, sitios web, etc.  Microsoft Word  Microsoft Excel</p>

Fuente: Autores

## 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. Objetivo 1: Realizar un estudio de tiempos y movimientos para la mejora del proceso inicial

#### 5.1.1. Estudio de tiempos y movimientos

Para esta propuesta tecnológica es necesario realizar el estudio de tiempos y movimientos en el cual se analiza cada proceso y cada acción que la persona hace de manera casera para lavar y envasar la botella de plástico con el afán de comparar y comprobar si se optimiza todo el tiempo invertido en dichos procesos con la construcción de la máquina.

#### 5.1.2. Identificar las actividades inmersas en el proceso casero

**Tabla 4:** Lista de actividades del proceso de lavado y envasado de agua de manera casera.

PROCESO DE LAVADO Y ENVASADO DE AGUA DE MANERA CASERA		
PROCESO	ACTIVIDAD	
LAVADO	1	Sujetar la botella
	2	Ir al lugar de lavado
	3	Desenroscar y retirar la tapa
	4	Vaciar totalmente la botella
	5	Introducir agua
	6	Tapar la botella
	7	Agitar la botella
	8	Desenroscar y retirar la tapa
	9	Girar y vaciar el agua
ENVASADO	10	Ir al lugar de envasado
	11	Colocar el pico de la botella en la llave del dispensador de agua purificada o del envase donde esté el agua para llenar la botella
	12	Introducir el agua en la botella
	13	Retirar la botella llena de agua y tapar la botella

Fuente: Autores

**Tabla 5:** Lista de actividades del proceso de gasificación de agua de forma casera.

<b>PROCESO DE GASIFICACIÓN DEL AGUA DE MANERA CASERA</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	
1	Sujetar la botella
2	Ir al lugar donde se encuentre el sistema casero de gasificación
3	Desenroscar y retirar la tapa de la botella llena con agua
4	Insertar la manguera del sistema casero de gasificación a la botella
5	Enroscar la botella al sistema casero de gasificación
6	Abrir la llave de paso del tanque de co2
7	Abrir la llave de paso del regulador de presión
8	Sujetar la botella
9	Activar la electroválvula NC
10	Esperar a que se llene la botella con el co2
11	Sacudir la botella
12	Desactivar la electroválvula NC
13	Desenroscar la botella del sistema casero de gasificación
14	Sacar la manguera del sistema casero de gasificación a la botella
15	Tapar la botella
16	Cerrar la llave de paso del tanque de co2
17	Cerrar la llave de paso del regulador de presión

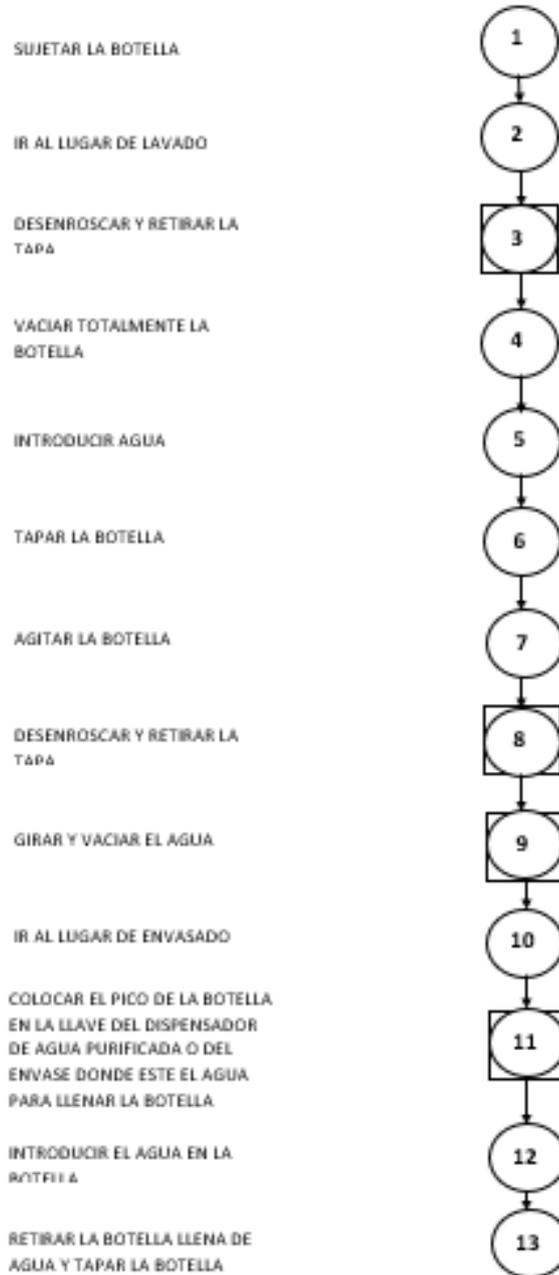
**Fuente:** Autores.

### **5.1.3. Enlistar la secuencia de actividades**

#### **DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES**

#### **PROCESO DE LAVADO DE BOTELLA TIPO PET Y ENVASADO DE AGUA DE FORMA CASERA.**

**Ilustración 5:** Diagrama de flujo del proceso casero del lavado y envasado



**Fuente:** Autores.

## DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES

### PROCESO DE GASIFICACIÓN DEL AGUA DE MANERA CASERA

**Ilustración 6:** Diagrama de flujo del proceso casero para el gasificado



Fuente: Autores.

### 5.1.4 Toma de tiempos de ejecución de cada actividad

#### PROCESO DE LAVADO Y ENVASADO DE AGUA DE MANERA CASERA

Tabla 6: Toma de tiempos del proceso de lavado y envasado de agua de manera casera

PROCESO		ACTIVIDAD	MUESTRAS (segundos)					Promedio
			M1	M2	M3	M4	M5	
1	<b>LIMPIEZA</b>	SUJETAR LA BOTELLA	5	4	3	2	3	3,4
2		IR AL LUGAR DE LAVADO	19	17	15	22	31	20,8
3		DESENROSCAR Y RETIRAR LA TAPA	6	7	6	7	7	6,6
4		VACIAR TOTALMENTE LA BOTELLA	10	5	4	6	5	6
5		INTRODUCIR AGUA	15	12	13	10	12	12,4
6		TAPAR LA BOTELLA	6	5	5	6	5	5,4
7		AGITAR LA BOTELLA	9	12	10	10	10	10,2
8		DESENROSCAR Y RETIRAR LA TAPA	5	6	7	7	7	6,4
9		GIRAR Y VACIAR EL AGUA	8	9	8	8	9	8,4
10	<b>ENVASADO</b>	IR AL LUGAR DE ENVASADO	10	12	11	18	51	20,4
11		COLOCAR EL PICO DE LA BOTELLA EN LA LLAVE DEL DISPENSADOR DE AGUA PURIFICADA O DEL ENVASE DONDE ESTE EL AGUA PARA LLENAR LA BOTELLA	4	3	3	3	3	3,2
12		INTRODUCIR EL AGUA EN LA BOTELLA	32	28	34	27	30	30,2
13		RETIRAR LA BOTELLA LLENA DE AGUA Y TAPAR LA BOTELLA	11	12	13	9	10	11
<b>Tiempo total del proceso</b>							<b>144,4 segundos</b>	
							<b>2,41 minutos</b>	

Fuente: Autores.

## PROCESO DE GASIFICACIÓN DEL AGUA DE MANERA CASERA

**Tabla 7:** Toma de tiempos del proceso de gasificación de agua de manera casera.

	ACTIVIDAD	MUESTRAS (segundos)					Promedio
		M1	M2	M3	M4	M5	
1	SUJETAR LA BOTELLA	3	2	3	4	5	3,4
2	IR AL LUGAR DONDE SE ENCUENTRE EL SISTEMA CASERO DE GASIFICACIÓN	30	20	35	28	43	31,2
3	DESENROSCAR Y RETIRAR LA TAPA DE LA BOTELLA LLENA CON AGUA	6	5	7	6	7	6,2
4	INSERTAR LA MANGUERA DEL SISTEMA CASERO DE GASIFICACIÓN A LA BOTELLA	4	5	5	4	5	4,6
5	ENROSCAR LA BOTELLA AL SISTEMA CASERO DE GASIFICACIÓN	8	10	7	9	10	8,8
6	ABRIR LA LLAVE DE PASO DEL TANQUE DE CO2	5	4	6	5	5	5
7	ABRIR LA LLAVE DE PASO DEL REGULADOR DE PRESIÓN	5	4	4	5	5	4,6
8	SUJETAR LA BOTELLA	3	4	3	4	3	3,4
9	ACTIVAR LA ELECTROVÁLVULA NC	2	3	2	4	3	2,8
10	ESPERAR A QUE SE LLENE LA BOTELLA CON EL CO2	3	4	3	4	4	3,6
11	SACUDIR LA BOTELLA	50	50	50	50	50	50
12	DESACTIVAR LA ELECTROVÁLVULA NC	3	4	2	3	2	2,8
13	DESENROSCAR LA BOTELLA DEL SISTEMA CASERO DE GASIFICACIÓN	10	9	7	10	8	8,8
14	SACAR LA MANGUERA DEL SISTEMA CASERO DE GASIFICACIÓN A LA BOTELLA	5	4	5	5	4	4,6
15	TAPAR LA BOTELLA	5	4	5	5	4	4,6
16	CERRAR LA LLAVE DE PASO DEL TANQUE DE CO2	5	5	5	4	6	5
17	CERRAR LA LLAVE DE PASO DEL REGULADOR DE PRESIÓN	6	4	5	5	5	5
<b>Tiempo total del proceso</b>							<b>154,4 segundos</b>
							<b>2,57 minutos</b>

Fuente: Autores

### 5.1.5. Definir el tiempo estándar del proceso casero

PROCESO DE LAVADO DE BOTELLA TIPO PET Y ENVASADO DE AGUA DE MANERA CASERA.

**Tabla 8:** Tiempo promedio del proceso de lavado y envasado de agua de manera casera.

RESUMEN	
<b>TIEMPO TOTAL</b>	2 min,41 s

Fuente: Autores

PROCESO DE GASIFICACIÓN DEL AGUA DE MANERA CASERA

**Tabla 9:** Tiempo promedio del proceso de gasificación de agua de manera casera.

RESUMEN	
<b>TIEMPO TOTAL</b>	2 min,57 s

Fuente: Autores

TIEMPO TOTAL DE LOS DOS PROCESOS UNIDOS

**Tabla 10:** Tiempo promedio total del proceso de lavado, envasado y gasificación de agua de manera casera.

LAVADO-ENVASADO Y GASIFICACIÓN DEL AGUA	
<b>TIEMPO TOTAL</b>	5 min,38 s

Fuente: Autores

## 5.2. Objetivo 2: Seleccionar los parámetros principales para la generación del diseño.

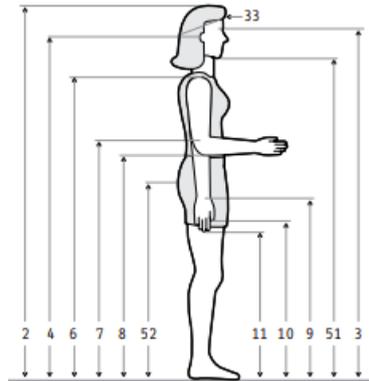
### 5.2.1. Definir medidas antropométricas de los ecuatorianos

#### Definir medidas antropométricas de los ecuatorianos

Para el diseño estructural de la máquina que permitirá optimizar el proceso, se ha tomado en cuenta la altura de la misma, ya que al presentar una altura errónea puede ocasionar incomodidad, o riesgos al momento de utilizarla.

Es por eso que se considerará la altura promedio en el Ecuador que es de 167.1 cm para el sexo masculino y 1.54.2 cm para el femenino, determinamos que la medida ideal, para la altura de la tapa para enroscar la botella, es la que se obtiene de las medidas antropométricas la cual es la altura del codo de una persona en posición de pie.

**Ilustración 7:** Medidas antropométricas de una mujer promedio



**Fuente:** [46]

Para lo cual se ha seleccionado tablas de un estudio antropométrico realizado en Latinoamérica donde se mide el peso, así como también la altura promedio de cada parte relevante del cuerpo humano del sexo femenino y masculino detallado en distintos rangos de edades, para este proyecto se identificó la altura a la que se encuentra el codo del suelo, por el motivo de que a esa altura tiene que estar situada la base de la máquina para que el usuario pueda poner la botella correctamente, para que no tenga que estar en alguna postura forzada al momento de enroscar y desenroscar el envase plástico, con eso se evita que en el futuro sufra de algún tipo de riesgo ergonómico.

**Tabla 11:** Dimensiones antropométricas en posición de pie de adolescentes, sexo femenino de 15 a 17 años.

<i>Dimensiones En Posición De Pie Adolescentes Sexo Femenino De 15 A 17 Años</i>																
		15 años (n=91)					16 años (n=121)					17 años (n=138)				
Dimensiones				Percentiles					Percentiles					Percentiles		
		Media (mm)	D.E (cm)	5 (mm)	50 (mm)	95 (mm)	Media (mm)	D.E (cm)	5 (mm)	50 (mm)	95 (mm)	Media (mm)	D.E (cm)	5 (mm)	50 (mm)	95 (mm)
1	Peso (Kg)	54,2	9,4	38,7	52,4	69,7	56,4	8,4	42,5	56	70,3	57,4	8,8	12,9	56,3	71,9
2	Estatura	1577	55	1486	1580	1668	1588	56	1496	1591	1680	1582	58	1486	1581	1678
3	Altura ojo	1475	58	1384	1465	1559	1479	58	1383	1479	1575	1472	54	1383	1470	1561
4	Altura Oído	1448	52	1357	1450	1541	1455	56	1363	1457	1547	1450	55	1369	1449	1541
5	Altura vertiente humeral	1307	58	1220	1310	1394	1314	52	1228	1312	1400	1312	53	1224	1310	1399
6	Altura Hombro	1276	55	1185	1286	1367	1282	56	1190	1280	1374	1283	52	1197	1280	1369
7	Altura codo	991	42	922	992	1060	1000	44	927	1000	1073	998	49	917	997	1078
8	Altura codo flexionado	1965	42	896	969	1034	974	42	905	971	1043	972	47	864	974	1049
9	Altura muñeca	766	42	697	764	835	774	34	718	770	830	774	38	711	772	837
10	Altura nudillo	687	33	632	687	741	697	33	634	695	754	696	39	632	695	460
11	Altura dedo medio	560	32	540	600	664	605	35	547	608	662	605	36	456	601	664
12	Altura rodilla	450	26	407	445	493	451	25	410	451	492	447	23	409	446	485

Nota: Obtenido de Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamericana:  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14486/2018sergioboh%C3%B3rquez4.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Fuente: [46]

**Tabla 12:** Dimensiones antropométricas en posición de pie de adolescentes, sexo masculino de 15 a 17 años.

<i>Dimensiones En Posición De Pie Adolescentes Sexo Masculino De 15 A 17 Años</i>																
		15 años (n=74)					16 años (n=120)					17 años (n=171)				
Dimensiones				Percentiles					Percentiles					Percentiles		
		Media (mm)	D.E. (cm)	5 (mm)	50 (mm)	95 (mm)	Media (mm)	D.E. (cm)	5 (mm)	50 (mm)	95 (mm)	Media (mm)	D.E. (cm)	5 (mm)	50 (mm)	95 (mm)
1	Peso (Kg)	65	12,6	44,2	62,8	85,8	65,6	12,3	45,3	63,1	85,9	66,9	13	45,6	64	88,2
2	Estatura	1685	68	1571	1701	1799	1700	64	1594	1696	1806	1705	64	1599	1702	1811
3	Altura ojo	1568	69	1454	1579	1682	1581	65	1474	1574	1688	1587	64	1481	1585	1693
4	Altura Oído	1546	68	1434	1560	1658	1560	65	1452	1566	1678	1567	65	1460	1565	1674
5	Altura vertiente humeral	1408	60	1309	1416	1507	1419	62	1317	1409	1521	1423	58	1327	1423	1517
6	Altura Hombro	1370	57	1277	1379	1480	1382	57	1288	1381	1476	1389	58	1293	1385	1485
7	Altura codo	1060	49	979	1071	1140	1069	47	989	1066	1151	1074	43	1003	1074	1145
8	Altura codo flexionado	1032	48	953	1046	1111	1043	47	966	1045	1120	1045	47	967	1044	1122
9	Altura muñeca	811	46	735	818	887	818	42	750	819	894	818	43	747	815	889
10	Altura nudillo	727	44	654	728	800	734	38	671	735	797	734	44	661	734	807
11	Altura dedo medio	624	41	566	631	702	639	36	581	638	709	640	36	581	641	699
12	Altura rodilla	479	28	433	476	525	484	33	430	481	538	484	28	438	485	530
Nota:		Obtenido de Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamérica:														
		<a href="https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14486/2018sergioboh%C3%B3rquez4.pdf?sequence=6&amp;isAllowed=y">https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14486/2018sergioboh%C3%B3rquez4.pdf?sequence=6&amp;isAllowed=y</a>														

Fuente: [46]

**Tabla 13:** Dimensiones antropométricas en posición de pie de estudiantes, sexo femenino de 18 a 24 años.

<i>Dimensiones En Posición De Pie Estudiantes Sexo Femenino De 18 a 24 Años</i>											
		18 años (n=91)					19-24 años (n=187)				
<u>Dimensiones</u>				<u>Percentiles</u>					<u>Percentiles</u>		
		<u>Media</u> <u>(mm)</u>	<u>D.E</u> <u>(cm)</u>	<u>5</u> <u>(mm)</u>	<u>50</u> <u>(mm)</u>	<u>95</u> <u>(mm)</u>	<u>Media</u> <u>(mm)</u>	<u>D.E</u> <u>(cm)</u>	<u>5</u> <u>(mm)</u>	<u>50</u> <u>(mm)</u>	<u>95</u> <u>(mm)</u>
1	Peso (Kg)	54,9	6,7	43,8	53,6	65,6	55,5	9,1	40,5	54	70,5
2	Estatura	1572	57	1475	1574	1666	1536	63	1485	1586	1690
3	Altura ojo	1468	56	1378	1468	1560	1478	61	1377	1482	1579
4	Altura Oído	1442	56	1360	1444	1534	1467	61	1356	1460	1558
5	Altura vertiente humeral	1306	53	1219	1304	1393	1316	58	1220	1315	1412
6	Altura Hombro	1274	60	1175	1280	1373	1287	55	1195	1290	1382
7	Altura codo	994	45	922	995	1060	1009	48	930	1007	1088
8	Altura codo flexionado	969	43	898	974	1040	976	46	900	976	1052
9	Altura muñeca	771	36	712	775	830	781	40	715	777	847
10	Altura nudillo	695	34	639	695	751	697	36	638	695	756
11	Altura dedo medio	605	34	549	608	661	608	34	552	607	664
12	Altura rodilla	445	27	400	445	490	444	28	398	441	490

Nota: Obtenido de Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamérica:  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14486/2018sergioboh%C3%B3rquez4.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Fuente: [46]

**Tabla 14:** Dimensiones antropométricas en posición de pie de estudiantes, sexo masculino de 18 a 24 años.

<i>Dimensiones En Posición De Pie Estudiantes Sexo Masculino De 18 a 24 Años</i>											
		18 años (n=106)					19-24 años (n=97)				
<u>Dimensiones</u>				<u>Percentiles</u>					<u>Percentiles</u>		
		<u>Media</u> <u>(mm)</u>	<u>D.E</u> <u>(cm)</u>	<u>5</u> <u>(mm)</u>	<u>50</u> <u>(mm)</u>	<u>95</u> <u>(mm)</u>	<u>Media</u> <u>(mm)</u>	<u>D.E</u> <u>(cm)</u>	<u>5</u> <u>(mm)</u>	<u>50</u> <u>(mm)</u>	<u>95</u> <u>(mm)</u>
1	Peso (Kg)	68,1	12	48,9	67,2	87,2	68,2	12	47,7	64,9	88,7
2	Estatura	1707	60	1608	1707	1816	1709	63	1605	1708	1813
3	Altura ojo	1591	57	1497	1588	1685	1595	62	1493	1588	1697
4	Altura Oído	1567	57	1473	1564	1661	1571	62	1469	1567	1673
5	Altura vertiente humeral	1425	57	1331	1430	1519	1428	59	1331	1423	1525
6	Altura Hombro	1392	56	1300	1393	1484	1395	59	1298	1392	1492
7	Altura codo	1071	47	993	1073	1145	1082	50	1000	1081	1164
8	Altura codo flexionado	1047	45	973	1046	1121	1052	48	973	1055	1131
9	Altura muñeca	822	46	746	819	897	835	50	752	832	918
10	Altura nudillo	735	42	665	736	804	744	43	673	744	815
11	Altura dedo medio	637	38	574	635	700	649	41	556	649	717
12	Altura rodilla	485	34	429	485	541	479	30	430	478	529

Nota: Obtenido de Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamérica:  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14486/2018sergioboh%C3%B3rquez4.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Fuente: [46]

**Tabla 15:** Dimensiones antropométricas en posición de pie de trabajadores, sexo femenino de 18 a 65 años.

<i>Dimensiones En Posición De Pie Trabajadores Sexo Femenino De 18 a 65 Años</i>						
		<u>18-65 años (n=204)</u>				
<u>Dimensiones</u>		<u>Percentiles</u>				
		<u>Media</u> <u>(mm)</u>	<u>D.E</u> <u>(cm)</u>	<u>5</u> <u>(mm)</u>	<u>50</u> <u>(mm)</u>	<u>95</u> <u>(mm)</u>
1	Peso (Kg)	64	12,45	48	60,5	88
2	Estatura	1567	52,92	1471	1570	1658
3	Altura ojo	1449	52,42	1351	1450	1540
4	Altura Oído	1434	52,5	1333	1433	1517
6	Altura Hombro	1291	49,17	1209	1290	1380
7	Altura codo	1004	38,89	941	1004	1080
8	Altura codo flexionado	969	39,52	906	969	1044
9	Altura muñeca	778	33,77	727	776	840
10	Altura nudillo	708	32,01	663	706	769
11	Altura dedo medio	612	31,55	565	611	663
33	Altura nudillo	186	7,22	175	187	199
51	Altura mentón	1339	51,15	1248	1340	1424
52	Altura trocánter May.	826	41,3	759	826	896
Nota: Obtenido de Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamérica: <a href="https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14486/2018sergioboh%C3%B3rquez4.pdf?sequence=6&amp;isAllowed=y">https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14486/2018sergioboh%C3%B3rquez4.pdf?sequence=6&amp;isAllowed=y</a>						

Fuente: [46]

**Tabla 16:** Dimensiones antropométricas en posición de pie de trabajadores, sexo masculino de 18 a 65 años.

<i>Dimensiones En Posición De Pie Trabajadores Sexo Masculino De 18 a 65 Años</i>						
		18-65 años (n=396)				
Dimensiones		Percentiles				
		Media (mm)	D.E (cm)	5 (mm)	50 (mm)	95 (mm)
1	Peso (Kg)	73	12,33	55,31	72,1	97,3
2	Estatura	1675	68,8	1576	1668	1780
3	Altura ojo	1550	61,8	1447	1546	1651
4	Altura Oído	1538	63,7	1439	1534	1635
6	Altura Hombro	1380	58,49	1281	1377	1477
7	Altura codo	1068	55,02	988	1065	1145
8	Altura codo flexionado	969	40,81	906	969	1046
9	Altura muñeca	825	39,49	757	822	919
10	Altura nudillo	740	43,56	680	740	800
11	Altura dedo medio	639	35,31	584	638	697
33	Altura nudillo	198	8,98	182	194	205
51	Altura mentón	1442	61,2	1337	1440	1544
52	Altura trocáncer May.	873	44,61	810	872	940

Nota: Obtenido de Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamérica:  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14486/2018sergioboh%C3%B3rquez4.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Fuente: [46]

Se considera que posteriormente a la investigación del estudio antropométrico realizado por [46] dicho trabajo se encuentra citado en las tablas 11-12-13-14-15-16. Se toma como referencia el ítem 7 que es la altura del codo, para obtener el valor promedio de todas las medias existentes en dichas tablas mencionadas anteriormente en dicha investigación.

Siendo así que se considera como el rango de edad estimado para la utilización de la máquina sea de 15 años hasta los 65 años, es por esto que se obtuvo un promedio de los valores medios de las edades dichas y se evidencia que la medida idónea para la altura del sistema de sujeción de la máquina será de 1.05 metros aproximadamente, ya que en cálculos se generó un valor de 1.035 metros, como se muestra en la Tabla 17 a continuación:

**Tabla 17:** Promedio de la altura del codo en posición de pie ambos sexos de 15 a 65 años.

<i>Dimensiones De La Altura Del Codo En Posición De Pie</i>		
<u>Sexo</u>	<u>Edad (años)</u>	<u>Promedio (mm)</u>
Masculino	15	1060
	16	1069
	17	1074
Femenino	15	991
	16	1000
	17	998
Femenino	18	994
	19-24	1009
Masculino	18	1071
	19-24	1082
Femenino	18-65	1004
Masculino	18-65	1068
Promedio		1.035
Nota: Valor medio obtenido de todas las medias de los rangos de edades definidos.		

Fuente: Autores

### 5.2.2. Establecer sistemas mecánicos de la máquina

Para establecer los sistemas mecánicos de la máquina es necesario definir qué actividades debe realizar la máquina para lograr los procesos de lavado de la botella, envasado y gasificado del agua que va a ingresar al envase, tomando en cuenta que la máquina debe optimizar el tiempo al realizar estas acciones.

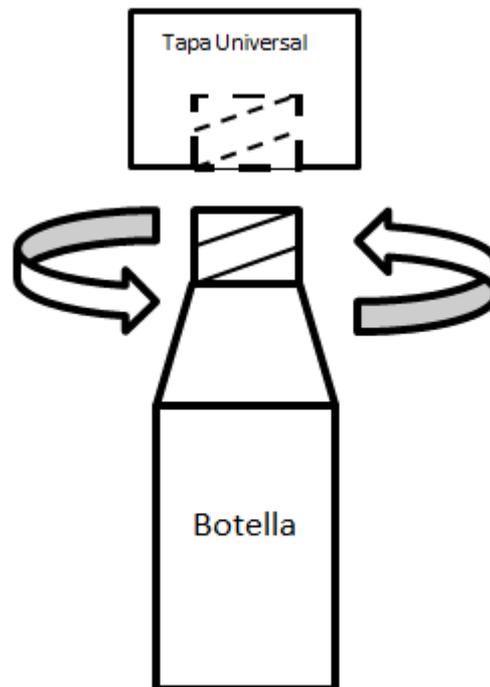
#### 5.2.2.1. Sujeción de la botella

Para que la botella sea sometida al proceso de lavado, envasado y gasificado es necesario que esté bien sujeta y asegurada a la tapa universal que va a tener la máquina para ello se tiene dos opciones las cuales son:

1. Diseñar una tapa especial donde se pueda enroscar, con el objetivo de que este sistema apriete a la botella a la base de la maquina asegurando que no se caiga la misma y que

también no existan fugas de agua o de CO<sub>2</sub>, aprovechando que las roscas de las botellas de 500ml son universales, en otras palabras todas las botellas tienen el mismo tipo y paso de rosca, podemos poner en la máquina la tapa mencionada anteriormente, tomando en cuenta que dentro de esa tapa tenemos que tener el suficiente espacio interno para agregarle las entradas de agua para el lavado, envasado y para el gasificado. Tal como se puede observar en la ilustración 5.

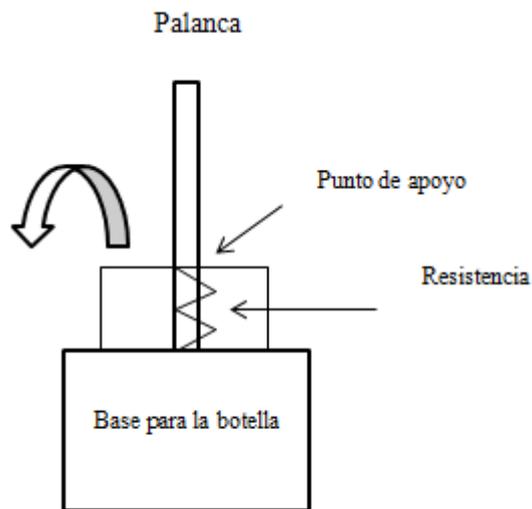
**Ilustración 8:** Boceto del diseño de la tapa para el lavado, envasado y gasificado



**Fuente:** Autores

2. Diseñar un mecanismo con un resorte y una palanca con el objetivo de que este sistema mecánico apriete a la botella a la base de la máquina asegurando que no se caiga la misma y que también no existan fugas de agua o de CO<sub>2</sub>, de esta manera llegamos a la conclusión de que se necesita poner un sistema similar a la palanca de segundo género. Donde el punto de apoyo va a ser la base donde va a estar el pico de la botella, el resorte va a proporcionar la resistencia necesaria para tapan la botella, impidiendo de esta manera que exista algún tipo de fuga y la fuerza la va a proporcionar el usuario al otro extremo de la palanca, tal como lo muestra la siguiente ilustración.

**Ilustración 9:** Explicación del funcionamiento de la palanca de segundo grado.

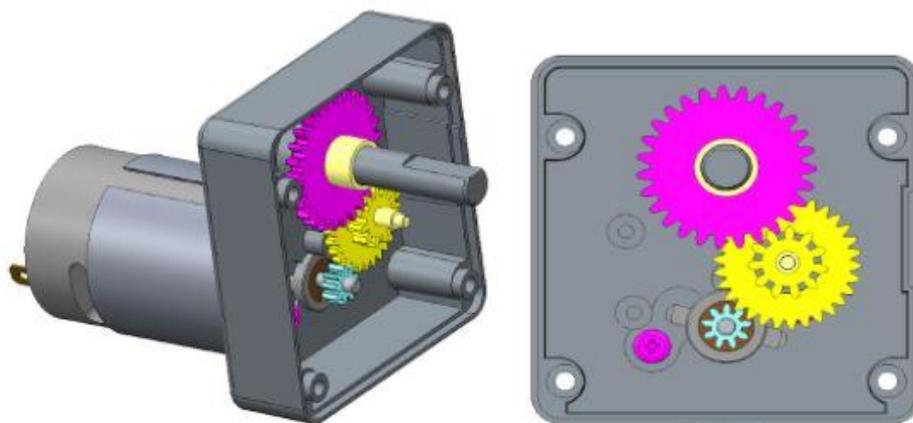


Fuente: Autores

### 5.2.2.2. Lavado de la botella

El lavado de la botella se va a dar gracias a un motor de doble polaridad que va a ir conectado a un reductor de velocidad mismo que sujetara a la base para que gire a 180 grados y que la botella este boca abajo, con esto aprovechamos que el agua inyectada para el lavado pueda ser evacuada gracias a la gravedad, para ello nos basamos en el mecanismo de transmisión circular que lo obtenemos gracias al reductor de velocidad, mismo que se puede ver en la siguiente imagen.

**Ilustración 10:** Cámara interna del reductor de velocidad



Fuente: [47]

El reductor de velocidad consiste en ganar fuerza aprovechando la velocidad que tiene el eje del motor con el cual va conectado, cuando la polea o como en nuestro caso un sistema de engranajes que van conectados desde un pequeño hasta uno más grande con eso reducimos la alta velocidad que gira el eje del motor, ganando la fuerza suficiente para poder girar todo el sistema donde va la botella con la base y todo su sistema de sujeción.

### **5.2.2.3. Envasado:**

Para el envasado se realiza el mismo procedimiento de giro de la base para que la botella vuelva a su posición inicial y se pueda llenar de agua purificada, por ello es importante que el motor sea de doble polaridad y que el sistema regresa por el mismo camino que giro para el lavado, con esto logramos que las mangueras que van a ir conectadas al sistema de sujeción no se enreden.

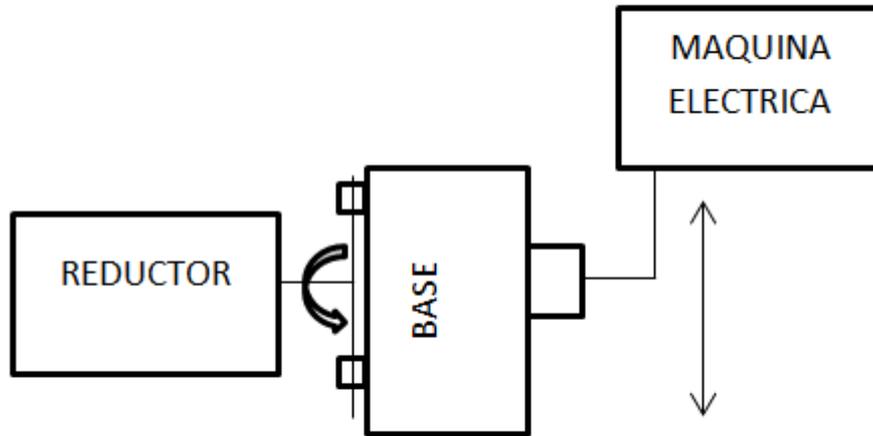
### **5.2.2.4. Gasificación del agua:**

Para lograr obtener el agua con gas es necesario sacudir la botella mientras se inyecta el CO<sub>2</sub>, por ello se concluyó que la mejor manera de hacer ese proceso es que la base donde va a estar la botella oscile de arriba para abajo y con la velocidad correcta se va a gasificar el agua, para obtener este proceso la base debe ir conectada a una maquina eléctrica y cuando se accione toda la base con la botella puesta se va a sacudir de arriba hacia abajo y tendremos el resultado deseado.

En este proceso utilizamos un mecanismo el cual le llamamos reductor-maquina eléctrica, este mecanismo consiste en transformar el movimiento giratorio (que es necesario en nuestra máquina para el lavado y envasado de la botella) en movimiento lineal (que es necesario para gasificar el agua), estos dos mecanismos van conectados a la base donde va a estar situada la botella, para lograr esta conexión entre el reductor y la maquina eléctrica encontramos dos opciones las cuales son:

1. En un extremo la base tiene un pasador el cual sirve como guía tanto para el movimiento giratorio como para el movimiento lineal, mismo que conecta a la base con el reductor, en el otro extremo la base tiene un soporte dentro del cual en su interior va un rodamiento el cual sirve de unión entre la base y la maquina eléctrica, también su función es ser guía tanto para el movimiento giratorio como para el movimiento lineal tal como se ve en la ilustración 8 o en el anexo 1.

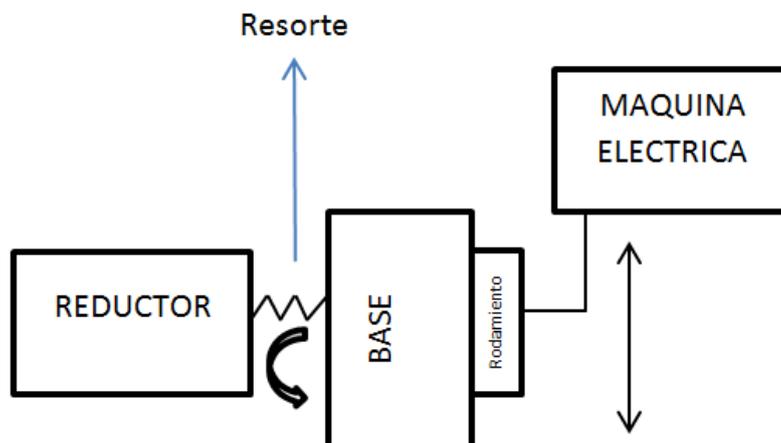
**Ilustración 11:** Primer boceto del sistema mecánico para el lavado, envasado y gasificado.



Fuente: Autores

2. En un extremo la base tiene soldado un resorte el cual sirve como guía tanto para el movimiento giratorio como para el movimiento lineal, mismo que conecta a la base con el reductor y en el otro extremo, la base tiene un soporte dentro del cual en su interior va un rodamiento el cual sirve de unión entre la base y la maquina eléctrica, también su función es ser guía tanto para el movimiento giratorio como para el movimiento lineal, tal como se muestra en la ilustración 9 o en el anexo 2.

**Ilustración 12:** Segundo boceto del sistema mecánico para el lavado, envasado y gasificado.

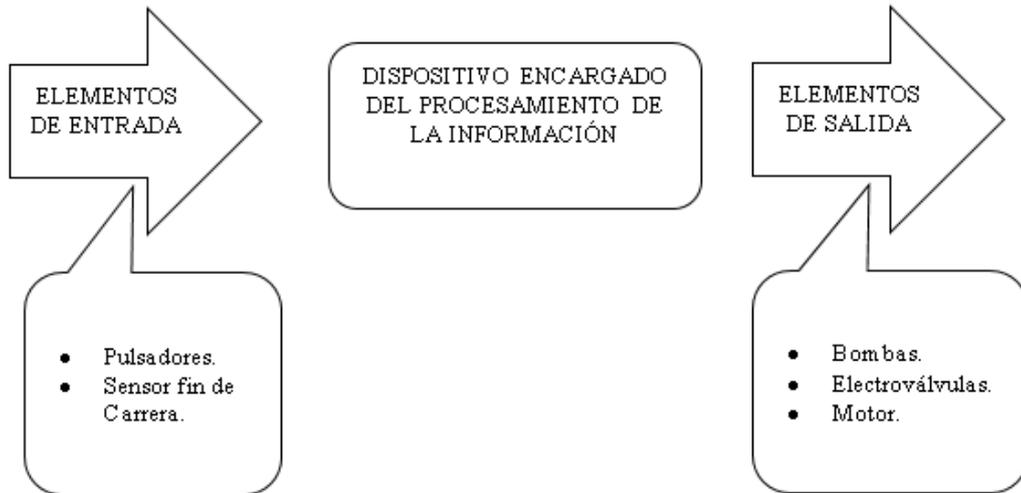


Fuente: Autores.

### 5.2.3. Establecer sistemas eléctricos y electrónicos de la máquina

Todo el sistema debe estar automatizado de forma que la acción del ser humano sea limitada a enroscar y desenroscar la botella y pulsar un botón, es por esto que en primera instancia debemos definir los elementos de entrada y salida inmersos en la optimización del proceso.

**Ilustración 13:** Flujo del sistema eléctrico



**Fuente:** Autores.

El sistema electrónico debe ser capaz de realizar la lectura de los elementos de entrada, procesarlos, es decir realizar los procesos de lavado, envasado giro de motor y demás accionando correctamente los elementos de salidas, este procedimiento lo puede hacer un PLC o un Micro controlador que puede ser montado en un circuito PCB dentro de la máquina, de la misma forma para la alimentación de este sistema dependerá de sus componentes de control al igual que los de fuerza que estos son de 110 voltios de corriente alterna.

### 5.2.4. Establecer sistemas hidráulicos de la máquina

#### 5.2.4.1. Lavado de la botella:

Para el lavado de la botella se requiere de los componentes básicos que tiene un sistema hidráulico los cuales son:

- **Bomba:** Es necesario una bomba con un mínimo de medio HP de potencia ya que el agua tiene que salir con la presión necesaria para pasar por un filtro y luego se dirija a la botella para que pueda lavarla
- **Depósito:** El depósito va a ser el botellón de agua purificada que va a estar destinado para el lavado, el agua va a estar almacenada ahí hasta que pueda ser impulsada por la

bomba y de la misma manera reciba el agua evacuada de la botella ya lavada.

En este mismo depósito se debe agregar un sistema de ozonificación para el agua, por el motivo de que el agua evacuada que regrese al botellón de lavado sea desinfectada y pueda eliminar cualquier tipo bacteria o virus.

- **Elementos de regulación y control:** Más que regulación se necesitan elementos de control ya que es importante incluir en este sistema unas electroválvulas normalmente cerradas que no permitan que el agua que va a ser evacuada de la botella ya lavada se regrese por otra manguera que no le corresponde y que también cuando se inyecte el CO<sub>2</sub> no salga por las mangueras.
- **Redes de distribución:** Las redes de distribución del sistema hidráulico utilizado en esta máquina van a estar compuestas de tubo PVC y de mangueras plásticas, por estos medios se va a transportar el agua desde el depósito el cual va a ser el botellón destinado para el lavado a la bomba, misma que va a dar un impulso al agua para que pase por el filtro y luego salga a presión al interior de la botella que va a estar destinada a ser lavada.

#### 5.2.4.2. Envasado:

Para el envasado de la botella se requiere de los mismos componentes básicos del sistema hidráulico para el lavado, los cuales son:

- **Bomba:** Es necesario tener una bomba con la potencia necesaria para transportar el agua desde el depósito hasta la botella, como no va a pasar el agua por algún filtro la bomba puede ser de bajo HP.
- **Depósito:** El depósito va a ser el botellón de agua purificada que va a estar destinado el envasado para que el agua este almacenada ahí, pueda ser impulsada por la bomba y se llene la botella después de haber sido lavada.
- **Elementos de regulación y control:** Mas que regulación se necesitan elementos de control ya que es necesario incluir en este sistema una válvula anti retorno que no permitan que cuando la maquina este realizando el proceso de gasificación, el agua se regrese por las mangueras o que también el Co<sub>2</sub> inyectado salga por el sistema hidráulico ya se de lavado o de envasado.
- **Redes de distribución:** Las redes de distribución del sistema hidráulico utilizado en esta máquina van a estar compuestas de mangueras plásticas, por estos medios se va a transportar el agua desde el depósito el cual va a ser el botellón destinado para el envasado a la bomba, misma que va a dar un impulso al agua para que pase a llenar la

botella ya lavada.

#### **5.2.4.3. Gasificación del agua:**

Para la gasificación del agua se requiere de los mismos componentes básicos del sistema hidráulico del lavado y envasado, los cuales son:

- **Bomba:** El CO<sub>2</sub> va a ser expulsado a gran presión por el mismo tanque ya que este gas es comprimido al momento de ser envasado en el tanque que comúnmente es de aluminio o hierro, entonces el mismo tanque nos sirve de bomba ya que tiene la suficiente potencia para transportar el CO<sub>2</sub> por todo el sistema.
- **Depósito:** El depósito va a ser el tanque de CO<sub>2</sub> mismo que se lo menciono anteriormente, pero para este caso es necesario que el tanque sea de aluminio ya que con eso evitamos que con el tiempo el depósito se oxide internamente y ese oxido se mezcle con el gas que va a ser inyectado en el agua.
- **Elementos de regulación y control:** Para este sistema es necesario un regulador de presión para que disminuya considerablemente la presión con la que sale del tanque el CO<sub>2</sub> y de esa manera evitar riesgos de que explote alguna manguera o la misma botella, así mismo se tiene que implementar una electroválvula que dé el paso al gas cuando sea necesario.
- **Redes de distribución:** Las redes de distribución para este proceso son mangueras plásticas que resistan la presión del gas que va a salir del regulador de presión y va a pasar por la electroválvula para luego ser inyectada en la botella llena de agua purificada.

#### **5.2.5. Definir capacidad de envasado de la máquina**

La capacidad de envasado de la maquina va en función del lavado, envasado y gasificación del agua que los detallaremos de la siguiente manera:

##### **5.2.5.1. Lavado:**

Para definir la capacidad de botellas plásticas tenemos que enfocarnos en el botellón de agua purificada que estará destinado para el lavado de las botellas, tomando eso en cuenta podemos basarnos en dos opciones:

1. Mediante la medición de impurezas que contenga el agua, esta medición consiste en utilizar un medidor TDS, el cual mide el total de solidos disueltos que contenga el agua, si la medida pasa de 10 PPM's (Partes por millón), el botellón destinado para el lavado ya debe de ser cambiado.

2. Para una mayor eficiencia, desinfección y cuidado del filtro de agua, es mejor cambiar el botellón de agua purificada destinado para el lavado cuando se termine el botellón de agua purificada destinado para el envasado.

Para darse cuenta que toca hacer mantenimiento al filtro de agua es necesario hacerlo visualmente ya que la presión con la que el agua va a lavar la botella se disminuirá, entonces ahí quiere decir que el filtro ya está tapado, ahí es cuando ya necesita de un mantenimiento para evitar que se esfuerce demasiado la bomba para el lavado y también para asegurar un correcto lavado de la botella.

### 5.2.5.2. Envasado:

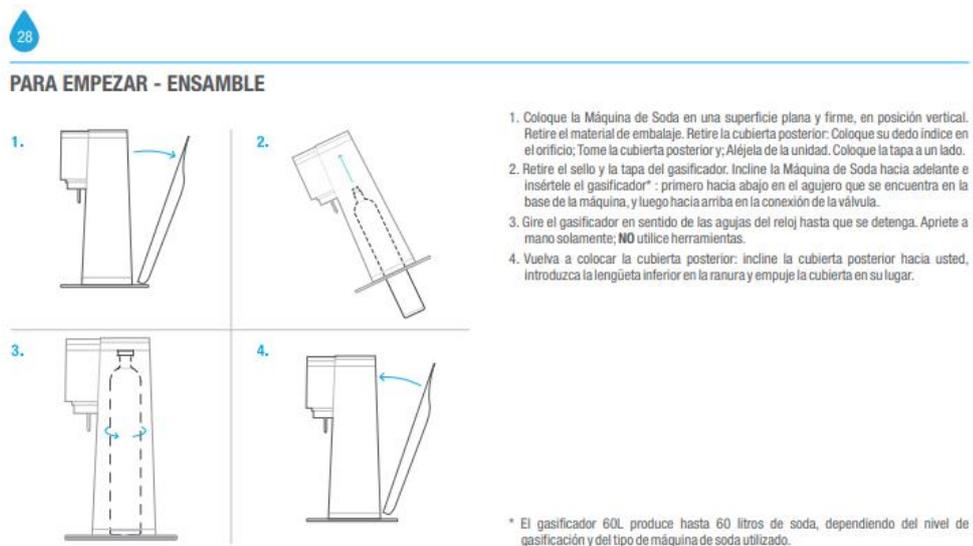
Para definir la capacidad de envasado es importante realizar una conversión de litros a mililitros ya que un botellón de agua normalmente tiene 20 litros y esta máquina va a envasar botellas de 500 mililitros.

Entonces 20 litros es igual a 20000 mililitros, de ahí dividimos los 20000 entre los 500 mililitros que tiene cada botella y nos da un total de 40, por lo tanto por cada botellón de agua purificada se va a envasar 40 botellas de 500 mililitros.

### 5.2.5.3. Gasificación del agua:

Para saber cuántas botellas va a gasificar la máquina, se toma como referencia el tanque de Co2 de la maquina Sodastream. Según el manual de Sodastream el tanque de Co2 es para gasificar “60 litros de agua”, tal como se puede visualizar en la siguiente ilustración.

**Ilustración 14:** Detalles técnicos del tanque de Sodastream



Fuente: Manual del sodastream. [48]

Según estos detalles técnicos que vienen impresos en el tanque del Sodastream, su peso es de 410g o 0.41kg, tal como se puede ver en la siguiente ilustración.

**Ilustración 15:** Tanque de CO<sub>2</sub> del Sodastream



**Fuente:** Autores

Teniendo estos datos como referencia se puede obtener cuantos litros de agua va a gasificar la maquina con el tanque de 10 kg con una regla de tres.

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Peso del tanque utilizado} \times \text{litros gasificados por el tanque del Sodastream}}{\text{Peso del tanque del Sodastream}} \\ &= 10\text{kg} \times 60\text{lt} \\ &= 600\text{kg/lt} \\ &= \frac{600\text{kg/lt}}{0.41\text{kg}} \\ &= 1463.41 \text{ lt} \end{aligned}$$

Con este cálculo se sabe que un tanque de 10 kilogramos puede gasificar 1463.41 litros de agua, ahora esos 1463.41 litros se transforman a mililitros.

$$= \frac{1463.41 \text{ lt} * 1000 \text{ ml}}{1 \text{ lt}}$$

$$= 1463410 \text{ ml}$$

Con la transformación realizada de litros a mililitros se puede obtener cuantas botellas de 500 mililitros va a gasificar la maquina con el tanque de CO2 de 10 kilogramos.

$$= \frac{1463410 \text{ ml}}{500 \text{ ml}}$$

$$= 2926.82 \text{ botellas}$$

Con todos los datos obtenidos y cálculos realizados anteriormente se llega a la conclusión que la maquina va a gasificar 2926.82 botellas por cada tanque de 10 kilogramos de CO2.

### **5.3. Objetivo 3: Diseñar los sistemas mecánicos, hidráulicos, circuitos eléctricos y electrónicos para la construcción**

#### **5.3.1. Diagramar circuitos eléctricos y electrónicos de la máquina.**

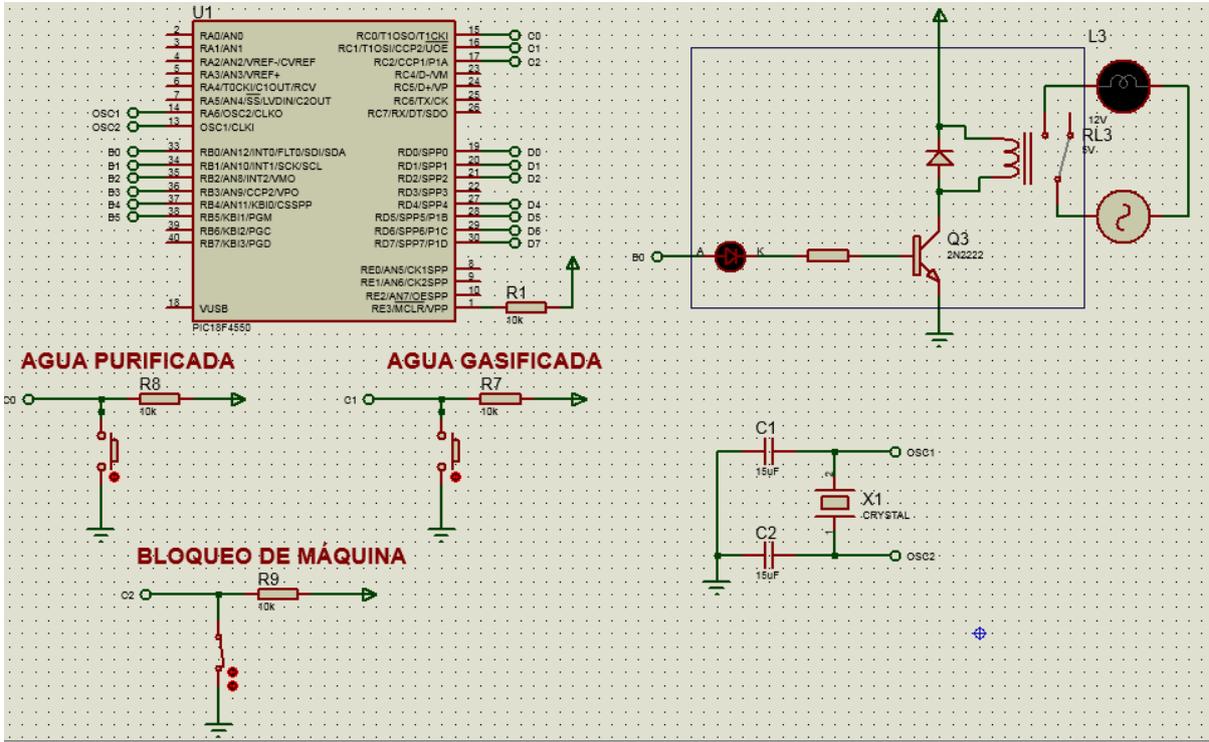
##### **5.3.1.1. Circuito electrónico:**

Con la ayuda del software ISIS PROTEUS 8 se realizó la creación y simulación del circuito electrónico que estará encargado de toda la automatización del proceso, ver Anexo 22.

El circuito electrónico consta principalmente de un microcontrolador PIC18F4550 con nomenclatura U1 en el cual van conectados todos los dispositivos de entrada como son los 2 pulsadores que permiten seleccionar el tipo de agua, acompañados de un sensor fin de carrera para prevenir accidentes ya que solo funciona al mantenerse la puerta cerrada y los elementos de salida que son representados con los módulos relés en los cuales se conectaran cada una de las electroválvulas, bombas, motor, etc.

De la misma forma el Microcontrolador debe estar conectado con un oscilador el cual le brinda la frecuencia o un reloj para que funcione de manera más exacta, en este caso utilizamos un oscilador externo que es un cristal de cuarzo de 20 MHz representado como X1

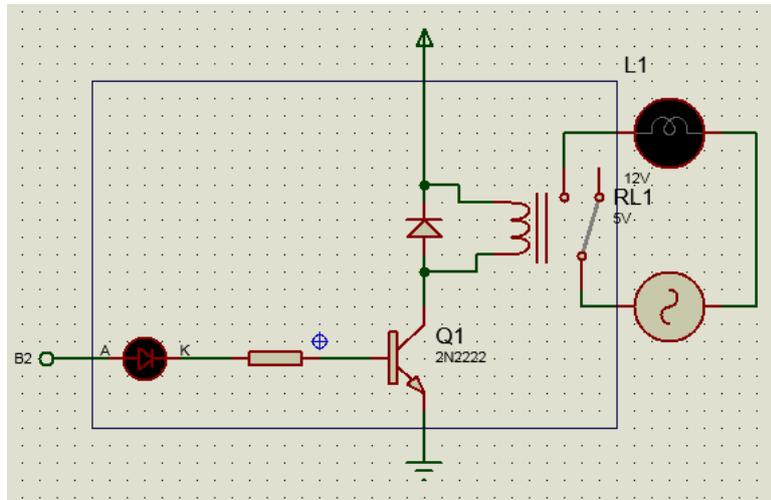
**Ilustración 16:** Circuito eléctrico



**Fuente:** Autores

Por otra parte, el módulo relé, es un circuito extra que esta alimentado por 5 VDC al igual que todo el circuito de control, este permite accionar o alimentar diversos elementos en este caso a todos los actuadores o elementos de salida, que serán alimentados con 110VAC, se lo representa con la siguiente ilustración:

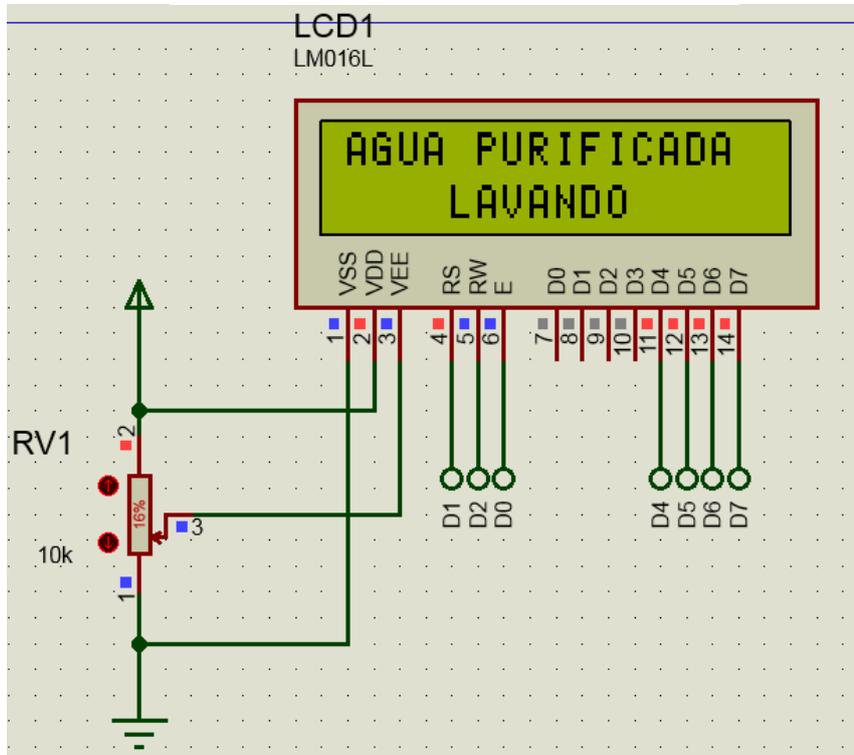
**Ilustración 17:** Circuito extra



**Fuente:** Autores

El Circuito consta con una pantalla LCD 16x2 para que el usuario pueda evidenciar, en que parte del proceso se encuentra la máquina y que tipo de agua seleccionó.

**Ilustración 18:** LCD 16x2 (Simulación)



**Fuente:** Autores

Para la creación de la programación que se grabó en el micro controlador se utilizó el software PIC C COMPILER, el mismo que permite interactuar en lenguaje C para definir todo el proceso dentro de este, el mismo que se describe en el Anexo 3

### 5.3.2. Seleccionar elementos eléctricos y electrónicos

En el primer prototipo que se realizó, fue incluido un PLC Logo 230RCE mismo que permitió cumplir con los requerimientos en ese instante, finalmente se ha decidido incluir la opción de gasificar el agua purificada, por lo cual se ha visto la necesidad de sustituir al PLC por un Micro controlador PIC18F4550 ya que en la presente propuesta tecnológica se ha identificado 2 entradas y 5 salidas, para lo cual el dispositivo elegido debe cumplir con estas y otras especificaciones que se comparan a continuación.

**Tabla 18:** Especificaciones entre PLC logo 230RCE y PIC18F4550.

<b>Especificaciones</b>		
<u>Especificación</u>	<u>PLC LOGO 230RCE</u>	<u>MICRO PIC 18F4550</u>
Numero de Inputs/Outputs	8I / 4°	32 I/O (programables)
Alimentación	115-230 V AC	2.0-5.5V DC
Memoria	400 bloques	-
Transformador de voltaje	NO	SI
Instrucciones	-	70-83
Precio	175\$	7\$
Programador externo	NO	SI
Tamaño	Grande	Pequeño (encapsulado)
Nota:		

**Fuente:** Autores

Después de evidenciar ciertas especificaciones de las posibles alternativas a continuación, utilizando el método de los factores ponderados se evaluará la mejor alternativa, ponderando los factores según su importancia y valorando cada alternativa de 1-10 puntos, siendo 1 muy malo y 10 muy bueno, este método se utilizara en todas las selecciones de alternativas para todos los sistemas.

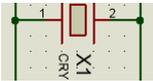
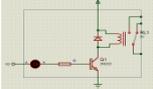
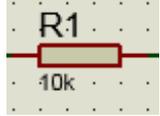
**Tabla 19:** Selección de Alternativas para el dispositivo electrónico

<b>Factores</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Alternativas</b>	
		<b>PLC Logo 230RCE</b>	<b>Micro PIC18F4550</b>
Precio	27%	5	9
Tamaño	18%	5	8
Requerimiento Externo	10%	8	3
Alimentación	20%	8	4
Cantidad de I/O	25%	6	9
Total		6,15	7,22

**Fuente:** Autores

Para la realización de esta propuesta tecnológica se utilizará el Micro controlador PIC 18F4550 el mismo que estará en una placa PCB con las distintas conexiones de todos los elementos inmersos, explicados a continuación.

**Tabla 20:** Lista de elementos electrónicos.

<i>Lista De Elementos Electrónicos</i>	
Micro controlador PIC 18F4550	
<u>Físico</u>	<u>Simulación</u>
<b>Ilustración 19:</b> Micro controlador Físico  <b>Fuente:</b> Autores	<b>Ilustración 20:</b> Micro controlador simulación  <b>Fuente:</b> Autores
Oscilador (Cristal 20 MHz)	
<u>Físico</u>	<u>Simulación</u>
<b>Ilustración 21:</b> Oscilador físico  <b>Fuente:</b> Autores	<b>Ilustración 22:</b> Oscilador simulación  <b>Fuente:</b> Autores
Módulo Relay 5V DC	
<u>Físico</u>	<u>Simulación</u>
<b>Ilustración 23:</b> Modulo Relay físico  <b>Fuente:</b> Autores	<b>Ilustración 24:</b> Modulo Relay simulación  <b>Fuente:</b> Autores
Resistencia Cerámica (10Kohms)	
<u>Físico</u>	<u>Simulación</u>
<b>Ilustración 25:</b> Resistencia Cerámica física  <b>Fuente:</b> Autores	<b>Ilustración 26:</b> Resistencia Cerámica simulación  <b>Fuente:</b> Autores
LCD 16x2	
<u>Físico</u>	<u>Simulación</u>
<b>Ilustración 27:</b> LCD 16x2 Físico  <b>Fuentes:</b> Autores	<b>Ilustración 28:</b> LCD 16x2 Simulación  <b>Fuente:</b> Autores

**Fuente:** Autores

### **5.3.3. Seleccionar elementos mecánicos e hidráulicos**

#### **5.3.3.1. Elementos mecánicos:**

Para seleccionar los elementos mecánicos es necesario realizar un análisis donde se vea la mejor opción en base a cálculos o datos técnicos de cada elemento mecánico.

##### **5.3.3.1.1. Sujeción de la botella:**

Para la sujeción de la botella anteriormente se puntualizó dos opciones las cuales se van a evaluar sus ventajas y desventajas para saber cuál es la mejor opción.

##### **5.3.3.1.1.1. Tapa especial donde se pueda enroscar:**

Para poder analizar las ventajas y desventajas de este sistema fue necesario construir la base con esta tapa especial, tal como se puede visualizar en la siguiente ilustración.

**Ilustración 29:** Tapa especial donde se pueda enroscar la botella para el lavado, envasado y gasificado



**Fuente:** Autores.

#### **Ventajas**

- 1.** No produce ruido
- 2.** No tiene mayor peso.
- 3.** Mayor facilidad poner o sacar de la base donde va a estar sujeta.

#### 5.3.1.1.1.2. Mecanismo con un resorte y una palanca:

De la misma manera para poder analizar las ventajas y desventajas de este otro sistema fue necesario construir la base con la palanca y el resorte, tal como se puede visualizar en la siguiente ilustración.

**Ilustración 30:** Mecanismo con un resorte y una palanca donde se pueda asegurar la botella para el lavado, envasado y gasificado.



**Fuente:** Autores.

#### **Ventajas**

1. Fácil aseguramiento de la botella.

Después de evidenciar ciertas especificaciones de las posibles alternativas a continuación, utilizando el método de los factores ponderados se evaluará la mejor alternativa, ponderando los factores según su importancia y valorando cada alternativa de 1-10 puntos, siendo 1 muy malo y 10 muy bueno:

**Tabla 21:** Selección de alternativa para el sistema de sujeción

Factores	Ponderación	Alternativas	
		Tapa especial donde se pueda enroscar	Mecanismo con un resorte y una palanca
No produce ruido	25%	10	2
No tiene mayor peso.	25%	8	2
Mayor facilidad poner o sacar de la base donde va a estar sujeta	12,5%	8	5
Fácil aseguramiento de la botella.	37,5%	5	9
Total		7,375	5

**Fuente:** Autores.

Como se puede evidenciar la opción más viable es la primera ya que se tiene un puntaje de 7,37 a comparación de la segunda opción que tiene 5, por lo tanto la máquina va a tener la tapa especial donde se pueda enroscar la botella.

#### **5.3.3.1.2 Lavado y envasado:**

Para el lavado y envasado se deben de elegir los elementos con las características mencionadas en el objetivo anterior.

#### **Motor eléctrico**

El motor eléctrico necesario para esta máquina debe tener las siguientes características técnicas.

**Tabla 22:** Especificaciones del motor eléctrico requerido para la máquina.

Motor eléctrico	
Potencia	20W
RPM de salida	1200 / 1450
Voltaje	100 / 110V
Polaridad	Doble

**Fuente:** Autores

El motor eléctrico adquirido cumple con las siguientes características técnicas.

**Tabla 23:** Especificaciones del motor eléctrico adquirido para la máquina.

Motor eléctrico Yokogawa Sertec RM-F8A20ZMW602	
Potencia	20W
RPM de salida	1450
Voltaje	110 V
Polaridad	Doble

Fuente: Autores

### Reductor de velocidad

El reductor de velocidad adquirido tiene las siguientes características:

**Tabla 24:** Especificaciones del reductor de velocidad adquirido para la máquina.

Reductor de velocidad	
Relación de Engranaje	124:01
Salida Reversible del Eje	Si

Fuente: Autores

Para saber cuál va a ser la revolución por minuto de salida del reductor de velocidad que va a aprovechar el flujo energético del motor eléctrico, se emplea la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{RPM de salida del motor eléctrico}}{\text{Relacion de engranaje del reductor de velocidad}} \\
 &= \frac{1450}{124} \\
 &= 11,69 \text{ RPM}
 \end{aligned}$$

Para el cálculo del par de salida o torque del reductor de velocidad se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Par (Kg. m)} = \frac{\text{Potencia (hp)} \times 716}{\text{Velocidad de giro del motor o reductor (RPM)}}$$

Para tener todos los datos de la ecuación es necesario convertir la potencia del motor eléctrico que está en W (Watts) a Hp (Horse Power).

$$\begin{aligned}1 W &= 0,00134102 Hp \\ &= 20 \times 0,00134102 \\ &= 0,0268 Hp\end{aligned}$$

Una vez obtenidos todos los datos se puede calcular el par de salida del reductor de velocidad.

$$\begin{aligned}Par (Kg.m) &= \frac{0,0268 \times 716}{11,69} \\ Par (Kg.m) &= \frac{19,1888}{11,69} \\ Par &= 1,64 Kg.m\end{aligned}$$

Esto quiere decir que el reductor de velocidad proporciona la energía necesaria para hacer girar un cuerpo de 1,64 kg a lo largo de una distancia de 1m.

La base tiene una altura de 18 cm o 0,18m y el peso de la base con la botella llena es de 1,36 kg por lo tanto el reductor de velocidad y el motor eléctrico que se dispone si cumplen con las características solicitadas para los procesos que va a realizar la máquina.

#### **5.3.3.1.3. Gasificación del agua:**

Para el proceso de gasificación del agua anteriormente se determinaron dos sistemas mecánicos los cuales se van a evaluar sus ventajas y desventajas para saber cuál es la mejor opción.

##### **5.3.3.1.3.1. Pasador:**

Para poder analizar las ventajas y desventajas de este sistema fue necesario construir la base con el pasador, tal como se puede visualizar en la siguiente ilustración.

**Ilustración 31:** Pasador el cual sirve como guía tanto para el movimiento giratorio como para el movimiento lineal



**Fuente:** Autores

### **Ventajas**

1. La base sube y baja de manera recta.

#### **5.3.3.1.3.2. Resorte:**

De la misma manera para poder analizar las ventajas y desventajas de este otro sistema fue necesario construir la base con el resorte, tal como se puede visualizar en la siguiente ilustración.

**Ilustración 32:** Resorte el cual sirve como guía tanto para el movimiento giratorio como para el movimiento lineal



**Fuente:** Autores.

### **Ventajas**

1. No produce sonido.
2. No necesita lubricación.

Para elegir cual opción es la mejor se calificó utilizando el método de los factores ponderados se evaluará la mejor alternativa, ponderando los factores según su importancia y valorando cada alternativa de 1-10 puntos, siendo 1 muy malo y 10 muy bueno:

**Tabla 25:** Selección del sistema mecánico para el gasificado

Factores	Ponderación	Alternativas	
		Pasador	Resorte
La base sube y baja de manera recta.	29%	9	5
No produce sonido.	43%	2	10
No necesita lubricación	28%	3	8
Total		4,2713	7,9685

**Fuente:** Autores

Como se puede evidenciar la opción más viable es la segunda ya que se tiene un puntaje de 8,01 a comparación de la primera opción que tiene 4,2, por lo tanto la maquina va a tener el resorte el cual sirve como guía tanto para el movimiento giratorio como para el movimiento lineal.

#### 5.3.3.1.4. Maquina eléctrica para mover la base con la botella llena:

Para cumplir con el movimiento lineal que se necesita para que se mezcle el CO<sub>2</sub> con el agua, se requiere una caladora eléctrica, misma que cumpla con las siguientes especificaciones técnicas.

**Tabla 26:** Especificaciones de la máquina eléctrica requerida para mover la base con la botella.

Caladora	
Potencia	20 W
RPM de salida	Min 100
Voltaje	110 V

**Fuentes:** Autores

La caladora eléctrica adquirida tiene las siguientes características técnicas.

**Tabla 27:** Especificaciones de la máquina eléctrica adquirida para mover la base con la botella.

Caladora Century	
Potencia	500 W
RPM de salida	0-3000
Voltaje	110 V

Fuente: Autores

Para el cálculo del par de salida o torque de la caladora, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Par (Kg.m) = \frac{Potencia (hp) \times 716}{Velocidad de giro del motor o reductor (RPM)}$$

Para tener todos los datos de la ecuación es necesario convertir la potencia del motor eléctrico de la caladora que está en W (Watts) a Hp (Horse Power).

$$\begin{aligned} 1 W &= 0,00134102 Hp \\ &= 500 \times 0,00134102 \\ &= 0.670511 Hp \end{aligned}$$

Cabe recalcar que la caladora tiene 6 velocidades y para el proceso de gasificación solo se requiere de la velocidad más baja que es de 300 rpm.

Una vez obtenidos todos los datos se puede calcular el par de salida de la caladora.

$$\begin{aligned} Par (Kg.m) &= \frac{0.670511 \times 716}{300} \\ Par (Kg.m) &= \frac{480,09}{300} \\ Par &= 1,60 Kg.m \end{aligned}$$

Esto quiere decir que la caladora proporciona la energía necesaria para subir y bajar un cuerpo de 1,60 kg a lo largo de una distancia de 1m.

La base tiene una altura de 18 cm o 0,18m y el peso de la base con la botella llena es de 1,36 kg por lo tanto la caladora que se dispone si cumple con las características solicitadas para el proceso de gasificación que va a realizar la máquina.

### 5.3.3.2. Elementos hidráulicos:

Para seleccionar los elementos es necesario realizar un análisis donde se vea la mejor opción en base a cálculos o datos técnicos de cada elemento que se vaya a utilizar para los sistemas hidráulicos del lavado, envasado y gasificado de la botella.

#### 5.3.3.2.1. Lavado de la botella

**Bomba:** La bomba adquirida tiene las siguientes características técnicas.

**Tabla 28:** Especificaciones de la bomba adquirida para el lavado la botella.

Bomba Pedrollo	
Potencia	½ Hp
Voltaje	110 V

Fuente: Autores

La presión total de salida es de 20 psi, en otras palabras, esa es la presión con la que el agua es expulsada dentro de la botella para su lavado luego de que pasa por el filtro, tal como se puede observar en la siguiente ilustración.

**Ilustración 33:** Presión de salida total de la bomba de lavado



Fuente: Autores

**Deposito:** El depósito va a ser el botellón de agua purificada que va a estar destinado para el lavado, el agua va a estar almacenada ahí hasta que pueda ser impulsada por la bomba y de la misma manera reciba el agua evacuada de la botella ya lavada.

- **El sistema de ozonificación:** El sistema utilizado en esta máquina emana 1gr/hora y estará activo por 1 minuto con 53 segundos si es que el usuario elige llenar su botella con agua purificada y 1 minuto con 59 segundos si es que decide llenar con agua gasificada.

Se concluye que si cumple su función ya que según (Tecnologías, 2020):”Bacterias y la inactivación viral se relacionan con la concentración del ozono en el agua y su duración de contacto con los microorganismos. Las bacterias son las que más rápidamente son destruidas. Las bacterias E-Coli son destruidas por concentraciones de ozono de un poco más de 0,1 mg/litro y una duración de contacto de 15 segundos a temperaturas de 25 °C y 30 °C. Streptococcus tecalis son destruidos mucho más fácilmente. A concentraciones de ozono de aproximadamente 0,025 mg/litro, se obtiene un 99,9% de inactivación en 20 segundos o menos a ambas temperaturas. Los virus son más resistentes que las bacterias. Estudios pioneros por científicos de Salubridad Pública Francesa en los años 60 han demostrado que el poliovirus tipos I, II y III quedan inactivados por medio de exposición a concentraciones de ozono disuelto de 0,4 mg/litro por un período de contacto de cuatro minutos.”

**Elementos de regulación y control:** Más que regulación se necesitan elementos de control ya que es importante incluir en este sistema una válvula anti retorno horizontal que no permita que el agua que va a ser evacuada de la botella ya lavada se regrese por otra manguera que no le corresponde y que también cuando se inyecte el CO2 no salga por las mangueras.

**Redes de distribución:** Las redes de distribución del sistema hidráulico utilizado en esta máquina van a estar compuestas de tubo pvc y de mangueras plásticas, por estos medios se va a transportar el agua desde el deposito el cual va a ser el botellón destinado para el lavado a la bomba, misma que va a dar un impulso al agua para que pase por el filtro y luego salga a presión al interior de la botella que va a estar destinada a ser lavada.

#### **5.3.3.2.2. Envasado de la botella**

**Bomba:** La bomba adquirida tiene las siguientes características técnicas.

**Tabla 29:** Especificaciones de la bomba adquirida para envasar la botella.

Bomba PUDHOMS	
Potencia	4 watts
Voltaje	5V-DC

Fuente: Autores

**Deposito:** El depósito va a ser el botellón de agua purificada que va a estar destinado para el envasado, el agua va a estar almacenada ahí hasta que pueda ser impulsada por la bomba y de esa manera llene la botella ya lavada.

**Elementos de regulación y control:** Más que regulación se necesitan elementos de control ya que es importante incluir en este sistema unas válvulas anti retorno que no permitan que el agua que va a ser evacuada de la botella ya lavada se regrese por otra manguera que no le corresponde y que también cuando se inyecte el CO<sub>2</sub> no salga por las mangueras.

**Redes de distribución:** Las redes de distribución del sistema hidráulico utilizado en esta máquina van a estar compuestas de mangueras plásticas, por estos medios se va a transportar el agua desde el deposito el cual va a ser el botellón destinado para el envasado a la bomba, misma que va a dar un impulso al agua para que pase por el filtro y luego salga a presión al interior de la botella que va a estar destinada a ser lavada.

### 5.3.3.2.3. Gasificado de la botella

**Bomba:** Para la gasificación, la bomba es el tanque de CO<sub>2</sub> mismo ya que el gas es almacenado con 800 psi de presión tal como se ve en la ilustración 26 y 27.

**Ilustración 34:** Presión del tanque de CO<sub>2</sub> utilizado en la máquina.



Fuente: Autores.

**Ilustración 35:** Presión del tanque de CO<sub>2</sub> utilizado en la máquina.



**Fuente:** Autores.

**Deposito:** El depósito va a ser el tanque de CO<sub>2</sub> mismo que se lo menciono anteriormente, el cual por el tamaño de la máquina, el peso del tanque será de 9 y hasta 10 kilogramos de peso.

#### **Elementos de regulación y control**

- **Regulador De Presión:** Para el proceso de gasificación se requiere de un regulador de presión el cual va a bajar de 800 psi a 40 psi de presión por motivo de seguridad para evitar que la botella explote, tal como lo indican las ilustraciones 28 y 29.

**Ilustración 36:** Regulador de presión utilizado en la máquina.



**Fuente:** Autores

**Ilustración 37:** Presión de salida del regulador de presión utilizado en la máquina.



**Fuente:** Autores

- **Electroválvula:** La electroválvula requerida para este proceso tiene que cumplir las siguientes especificaciones técnicas:

**Tabla 30:** Especificaciones de las electroválvulas requeridas para la máquina.

Electroválvula	
Voltaje de la bobina	110v
Tipo de accionamiento	Normalmente Cerrado
Presión	40 psi

**Fuente:** Autores

La electroválvula obtenida es de plástico con entrada de media pulgada y salida de 5/16, la cual tiene las siguientes especificaciones técnicas:

**Tabla 31:** Especificaciones de las electroválvulas adquiridas para la máquina.

Electroválvula	
Voltaje de la bobina	110v
Tipo de accionamiento	Normalmente Cerrado
Presión	29- 116 psi

**Fuente:** Autores

- **Redes de distribución:** Las redes de distribución de este sistema constan de dos tipos de mangueras:

1. **Manguera de poliuretano**

Esta manguera saldrá de la electroválvula y se unirá a la manguera de lavado, tiene las siguientes características técnicas:

**Tabla 32:** Especificaciones y dimensiones de la red de distribución (manguera de poliuretano).

Manguera de poliuretano	
Diámetro exterior	6mm
Diámetro interior	4mm
Presión máxima	120psi

Fuente: Autores

## 2. Manguera de gas doméstico e industrial.

Esta manguera saldrá del regulador de presión hasta la electroválvula, tiene las siguientes características técnicas:

**Tabla 33:** Especificaciones y dimensiones de la red de distribución (manguera de gas doméstico e industrial).

Manguera de gas doméstico e industrial	
Diámetro exterior	10mm
Diámetro interior	8mm
Presión máxima	300psi

Fuente: Autores

### 5.3.4. Seleccionar el material

#### 5.3.4.1. Estructura:

Para la estructura se obtienen dos opciones las cuales son el tubo de acero inoxidable y el tubo galvanizado, se escogerá utilizando el método de los factores ponderados, ponderando los factores según su importancia y valorando cada alternativa de 1-10 puntos, siendo 1 muy malo y 10 muy bueno.

**Tabla 34:** Selección del material para la estructura

Factores	Ponderación	Alternativas	
		Tubo De Acero Inoxidable	Tubo Galvanizado
Resistencia a la corrosión	30%	10	8
Fácil Maleabilidad	35%	2	6
Precio	25,0%	4	8
Calidad de acabado	10,0%	6	4
Total		5,3	6,9

Fuente: Autores

Dado que el tubo galvanizado tiene un puntaje de 6,9 frente al tubo de acero inoxidable que tiene 5,3, el material utilizado para la estructura de la maquina va a ser el tubo galvanizado de media pulgada por el motivo de que este tubo se cubre con un material de zinc para hacer que sea más resistente a la corrosión ya que esa propiedad es muy importante por la inocuidad que debe de tener la máquina, de esa manera se evita que se oxide y su precio es menor al acero inoxidable.

#### 5.3.4.2. Recubrimiento:

Para el recubrimiento se obtienen dos opciones las cuales son las planchas de acero inoxidable y las de aluminio, se analizarán según sus características y la que tenga mayor puntaje será seleccionada utilizando el método de los factores ponderados, ponderando los factores según su importancia y valorando cada alternativa de 1-10 puntos, siendo 1 muy malo y 10 muy bueno.

**Tabla 35:** Selección del material para cubrir la maquina

Factores	Ponderación	Alternativas	
		Plancha de Acero Inoxidable	Plancha de Aluminio
Resistencia a la corrosión	30%	10	8
Fácil Maleabilidad	10%	4	4
Precio	25,0%	4	4
Calidad de acabado	35,0%	6	4
Total		6,5	5,2

**Fuente:** Autores

Dado que el acero inoxidable tiene un puntaje de 6,5 frente al aluminio que tiene 5,2, el material utilizado para el recubrimiento de la maquina va a ser la plancha de acero inoxidable de un milímetro de espesor, el acero inoxidable es totalmente resistente a la corrosión ya que esa propiedad es muy importante por la inocuidad que debe de tener la máquina, de esa manera se evita que se oxide, aunque este material tiene su complejidad para ser trabajado ya que es muy duro tiene la característica de tener un excelente acabado superficial dando así una mejor imagen visual a la máquina.

#### **5.3.4.3. Base donde va a estar asentada la botella:**

La base va a ser de acero inoxidable por motivos de inocuidad y de estética, con eso se logra obtener una mejor imagen evitando que se oxide por el medio ambiente.

#### **5.3.4.4. Tapa especial con rosca:**

La tapa va a ser de aluminio ya que de esa manera evitamos subir el peso de la base con la botella para que no esfuerce tanto el reductor de velocidad y tampoco la caladora eléctrica, de la misma manera es un material maleable pero con la resistencia necesaria a la presión para que no existan fugas de agua o CO<sub>2</sub>.

#### **5.3.4.5. Planchas para asentar las maquinas eléctricas o demás partes de la máquina:**

El material de las planchas que van a estar soldadas en la estructura es de acero con un espesor de 1 milímetro, el ancho y largo será dependiendo a la medida del sistema o máquina que va a estar colocada en la estructura ya que el material es maleable, se puede perforar con facilidad con eso se pueden asentar y asegurar de la mejor manera todos los componentes que va a tener la máquina.

#### **5.3.4.6. Tanque de co<sub>2</sub>:**

El tanque de CO<sub>2</sub> debe de ser de aluminio y mas no de hierro ya que el hierro es altamente corrosivo y ese oxido interno que se puede producir va a ser inyectado junto con el CO<sub>2</sub> en el agua y eso va a ser consumido por el usuario, por ese motivo tiene que ser el tanque de aluminio.

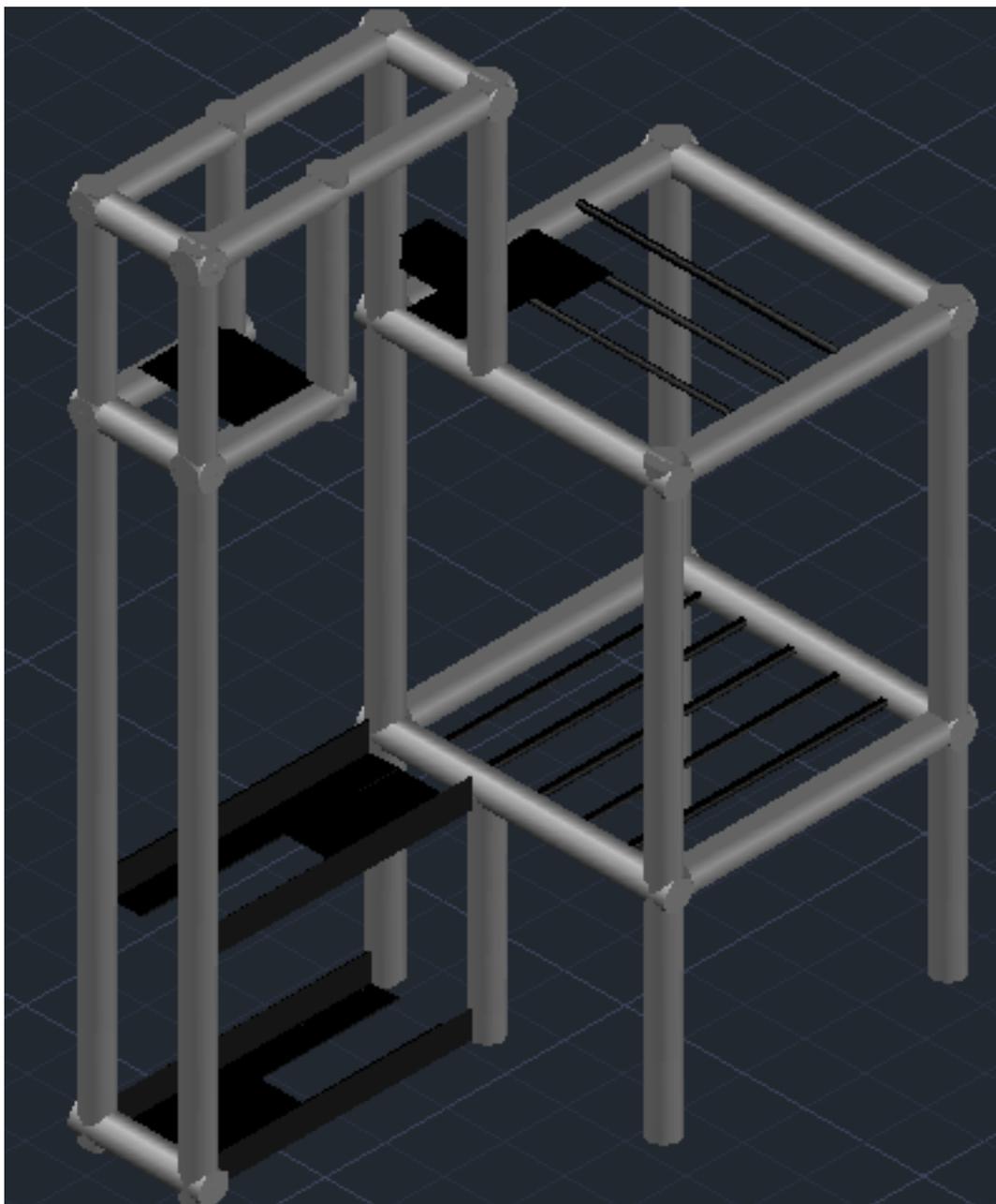
### **5.3.5. Dibujar el diseño final de la máquina.**

Para el diseño final de la maquina se utilizó el software Autocad 2016 en el cual se realizó cada parte de la maquina desde la estructura, los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos hasta el recubrimiento de la máquina.

#### **5.3.5.1. Estructura:**

El diseño de la estructura está basado en todos los procesos que tiene que cumplir la máquina, tomando en cuenta la altura promedio de América Latina para evitar riesgos ergonómicos en sus usuarios como se puede ver en la ilustración 30 o de una manera más detallada desde el anexo 4 hasta el anexo 7.

**Ilustración 38:** Diseño de la estructura de la máquina.

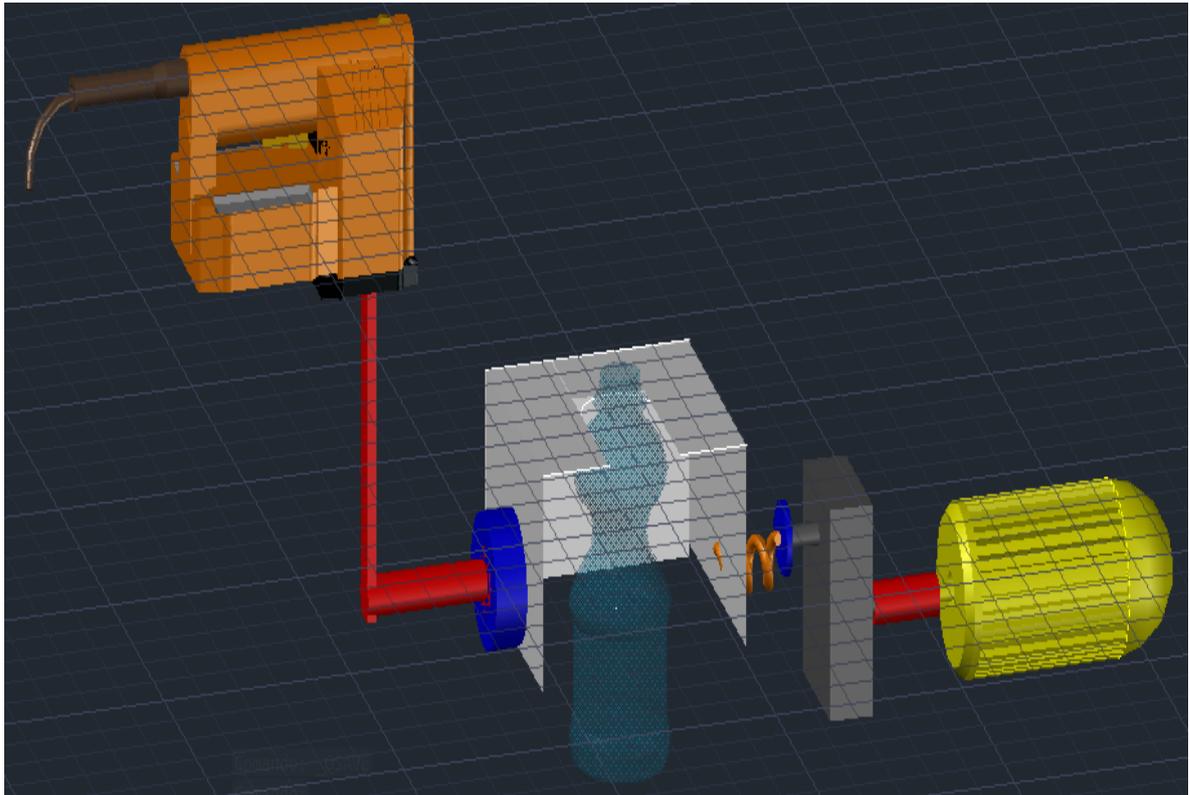


**Fuente:** Autores

### 5.3.5.2. Sistema de mecánico:

El sistema mecánico elegido previamente para esta máquina es el resorte el cual sirve como guía tanto para el movimiento giratorio como para el movimiento lineal como se puede ver en la ilustración 31 o de una manera más detallada desde el anexo 8 hasta el anexo 11.

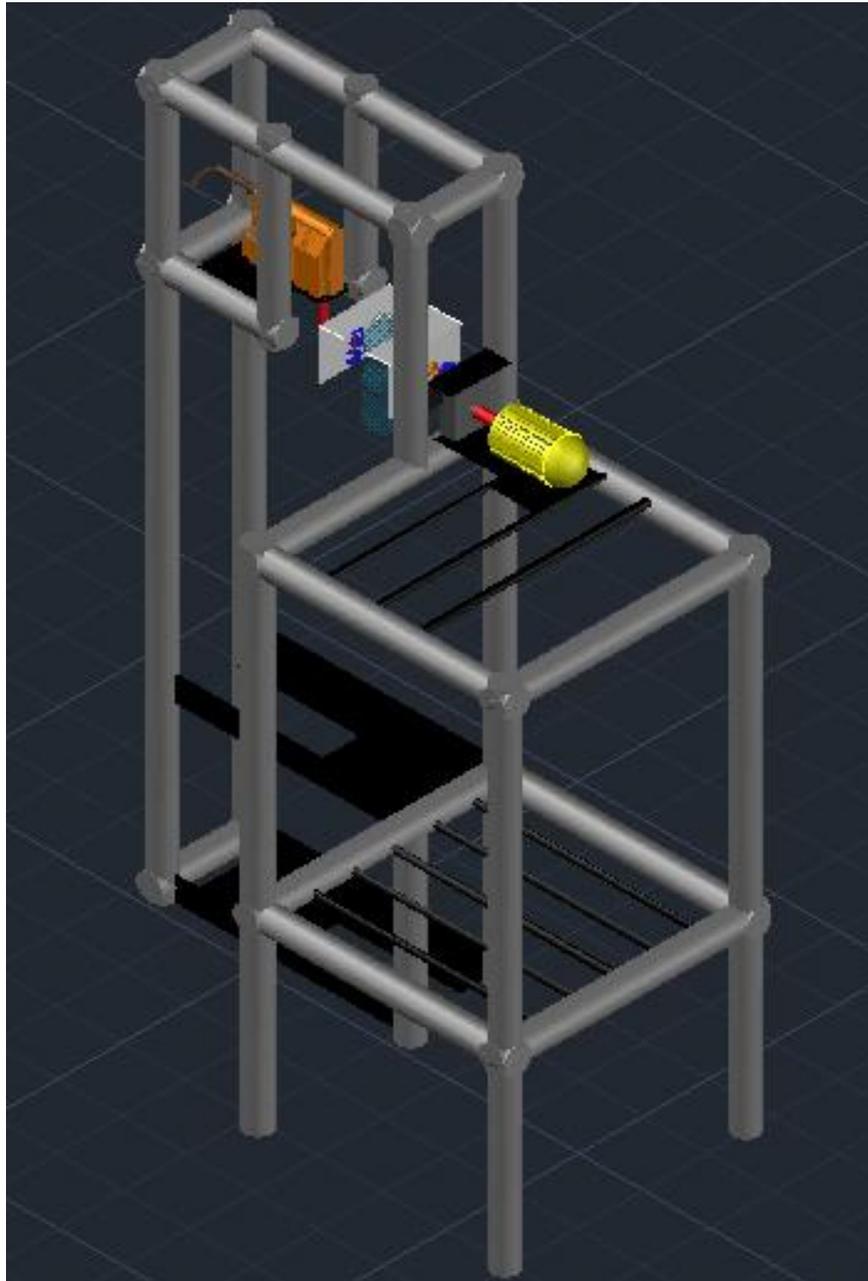
**Ilustración 39:** Diseño del sistema mecánico de la máquina.



**Fuente:** Autores

Por consiguiente se realiza el diseño de la estructura ya unido el sistema mecánico, tomando en cuenta que las medidas tienen que encajar con el diseño anterior de la estructura con el objetivo de la base se mueva de manera correcta y no interfiera con nada, cabe recalcar que la botella tiene que ser enroscada a una altura de 1,05 metros para evitar riesgos ergonómicos, tal como se ve en la ilustración 32 o con más detalle en el anexo N 12 y 13.

**Ilustración 40:** Diseño de la estructura con el sistema mecánico de la máquina.



**Fuente:** Autores

### **5.3.5.3. Sistema de sujeción:**

El sistema de sujeción elegido previamente para esta máquina es la tapa especial con rosca la cual sirve para ajustar correctamente la botella y que pueda ser sometida a todos los procesos sin que exista alguna fuga ya sea de agua o de CO<sub>2</sub> como se puede ver en la ilustración 33 o de una manera más detallada desde el anexo 14 hasta el anexo 16.

**Ilustración 41:** Diseño del sistema de sujeción de la máquina.

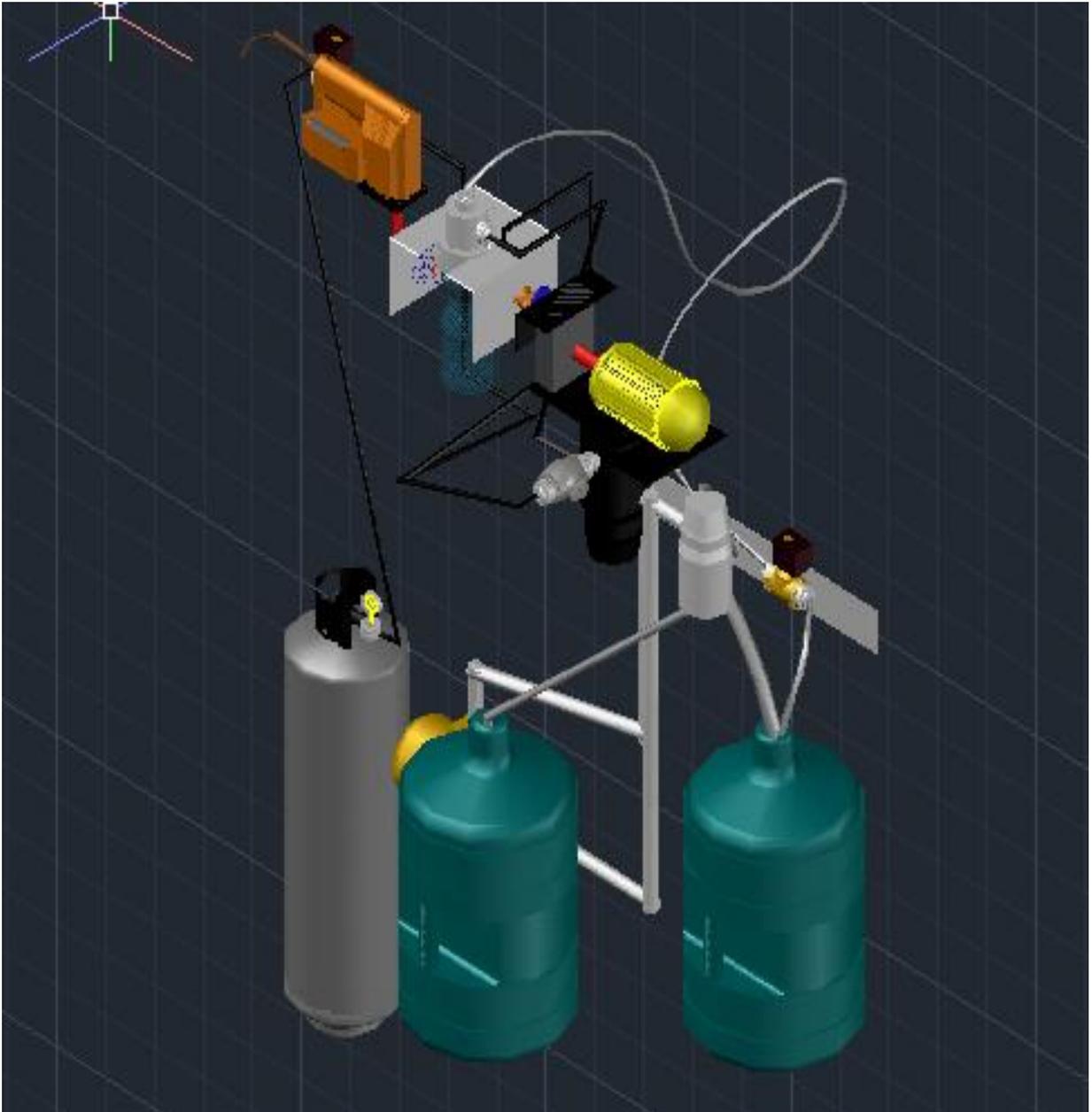


**Fuente:** Autores

#### **5.3.5.4. Sistema hidráulico:**

Para el sistema hidráulico se enfatizó en acortar las distancias de las mangueras para tener una pérdida mínima de presión tanto para el lavado como para el envasado y también para evitar un desperdicio de CO<sub>2</sub>, como se puede ver en la ilustración 34 o de una manera más detallada desde el anexo 17 hasta el anexo 19.

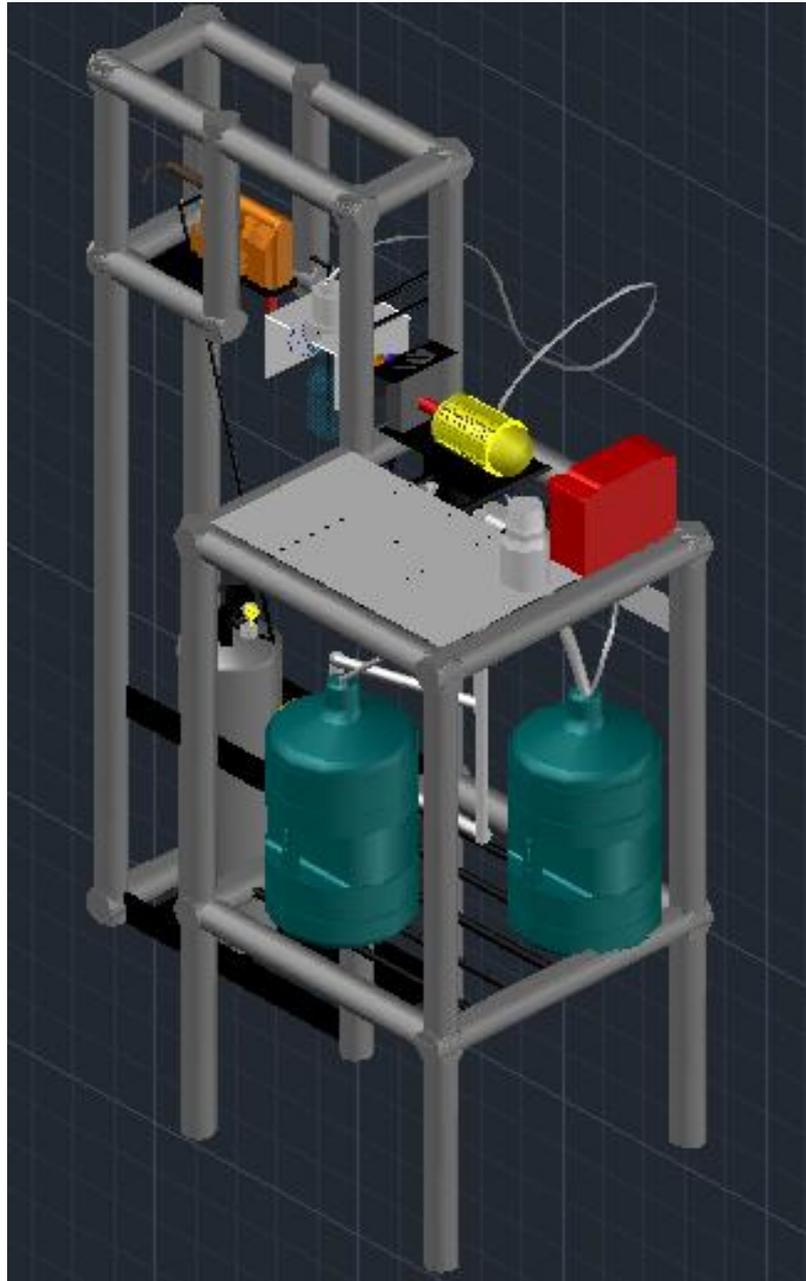
**Ilustración 42:** Diseño del sistema hidráulico de la máquina.



**Fuente:** Autores

Por consiguiente se une el diseño de la estructura con el diseño del sistema hidráulico y mecánico, tal como se ve en la ilustración 35 o con más detalle en el anexo 20 y 21.

**Ilustración 43:** Diseño de la estructura con el sistema hidráulico y mecánico de la máquina.

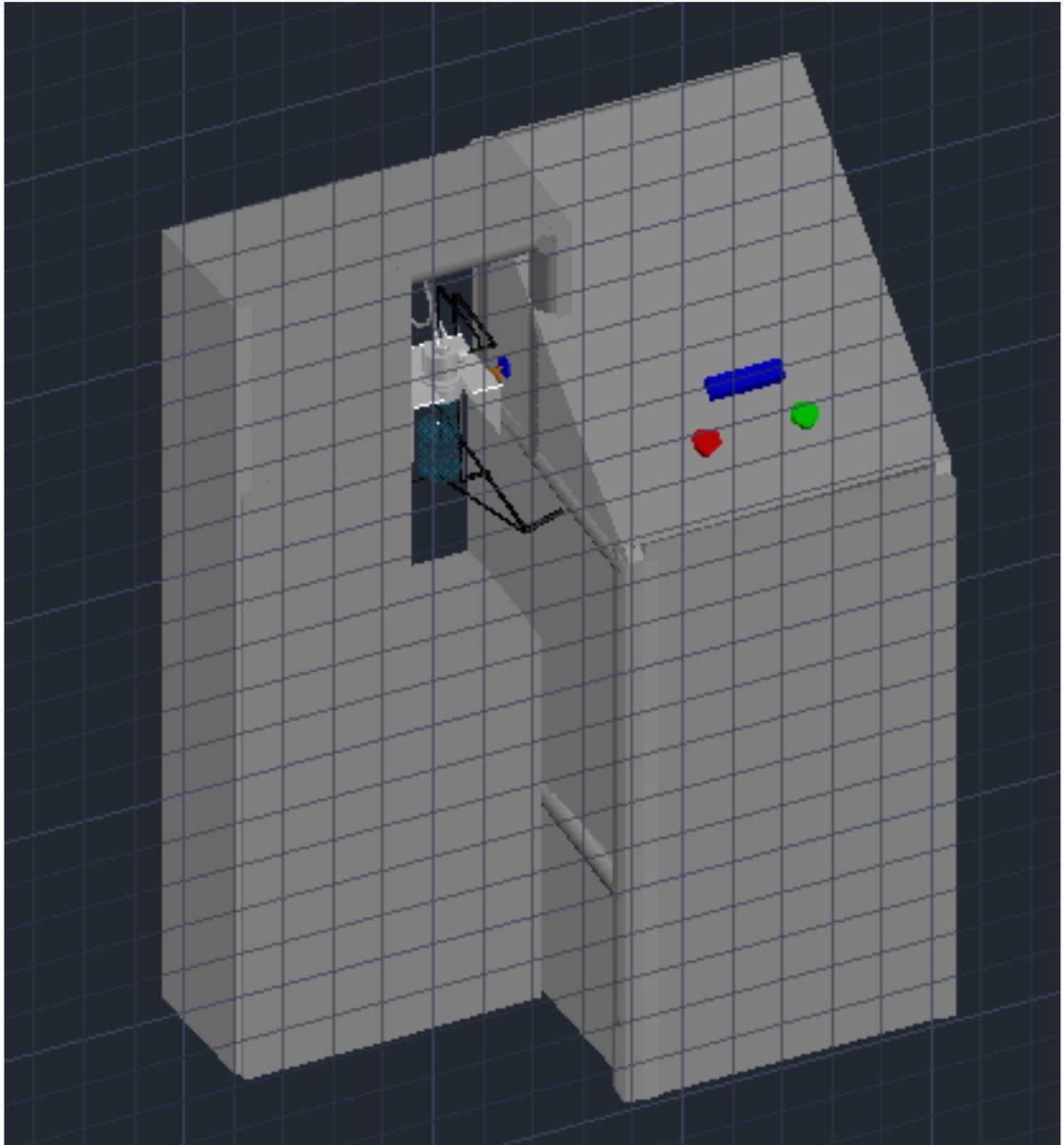


Fuente: Autores

#### **5.3.5.5. Diseño del recubrimiento de la máquina:**

Para el diseño del recubrimiento de la maquina se debe tomar en cuenta que no interfiera en la trayectoria de la botella y tampoco con el de las mangueras, de esa manera se evita que exista alguna obstrucción en el giro de la botella, tal como se puede observar en la siguiente ilustración o a su vez en los anexos 24 y 25.

**Ilustración 44:** Diseño final de la maquina



**Fuente:** Autores

## **5.4. Objetivo 4**

### **Construir la máquina para verificar su funcionalidad**

#### **5.4.1. Verificar el funcionamiento de los sistemas individuales**

##### **5.4.1.1. Sistema mecánico:**

Para la construcción del sistema mecánico se tomó en cuenta detalles como:

- Los filos de la base estén bien pulidos para evitar cortes en las manos.
- Las partes soldadas estén correctamente en la posición y en la medida del diseño.

## 5.4.1.2. Elementos del sistema mecánico

### 5.4.1.2.1. Reductor de velocidad

**Ilustración 45:** Reductor de velocidad para el sistema mecánico de la máquina.



**Fuente:** Autores

### 5.4.1.2.2. Motor.

**Ilustración 46:** Motor para el sistema mecánico de la máquina.



**Fuente:** Autores

#### 5.4.1.2.3. Base.

**Ilustración 47:** Base para el sistema mecánico de la máquina.



**Fuente:** Autores

#### 5.4.1.2.4. Caladora:

Para la caladora fue necesario soldarle el pasador donde está unido el rodamiento tal como se puede visualizar en la siguiente ilustración.

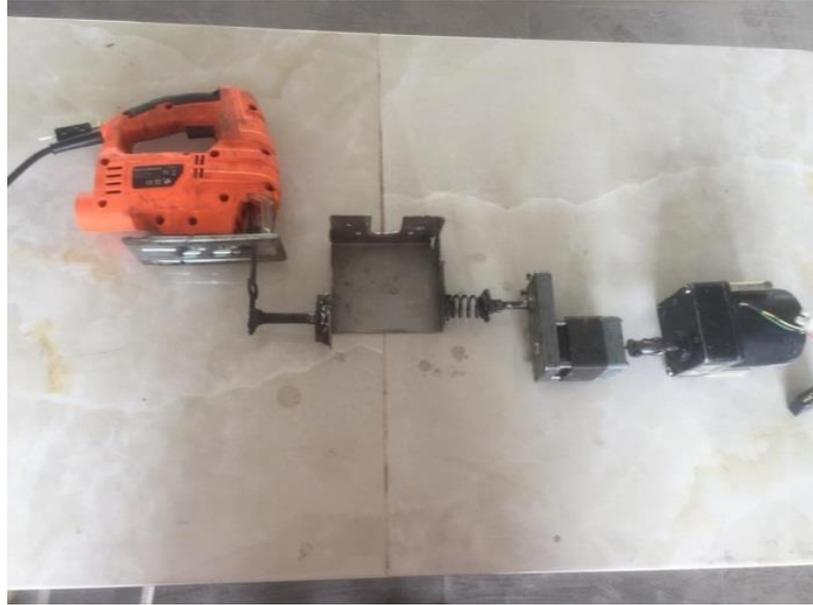
**Ilustración 48:** Caladora para el sistema mecánico de la máquina.



**Fuente:** Autores

#### 5.4.1.2.5. Unión del sistema mecánico

**Ilustración 49:** Sistema mecánico de la máquina.



**Fuente:** Autores

El funcionamiento del sistema mecánico se lo comprobó de manera experimental, en el cual se puede ver su funcionalidad en el check list que se encuentra en el anexo 23.

#### 5.4.1.2. Sistema de sujeción:

Para la construcción del sistema de sujeción se tomó en cuenta detalles como:

- No existan grietas.
- El paso de la rosca sea el mismo de la boca de las botellas.

Tal como se puede evidenciar en las siguientes ilustraciones:

**Ilustración 50:** Sistema de sujeción de la máquina.



**Fuente:** Autores

**Ilustración 51:** Sistema de sujeción de la máquina.



**Fuente:** Autores

El funcionamiento del sistema de sujeción se lo comprobó de manera experimental, en el cual se puede ver su funcionalidad en el check list que se encuentra en el anexo N.

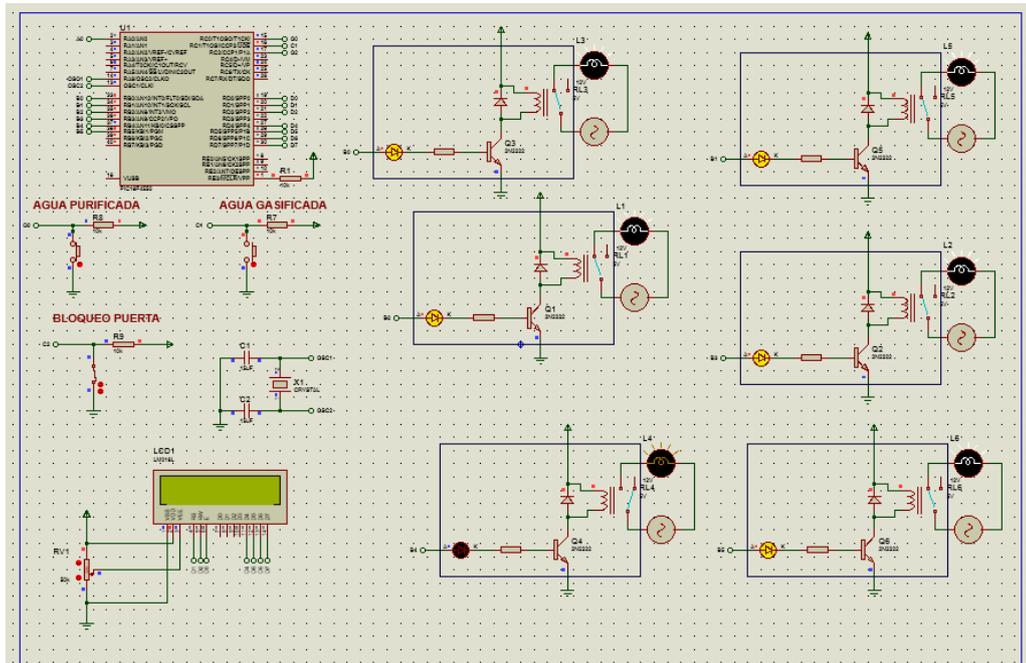
#### **5.4.1.3. Sistema electrónico:**

Para la construcción del sistema electrónico se tomó en cuenta detalles como:

- Fuente de alimentación.
- Protecciones del circuito.
- Los pines del PIC estén conectados adecuadamente.

Como primer paso se realizó la simulación en el software Isis Proteus 8 Professional, que permitió verificar el funcionamiento de todo el sistema de forma virtual.

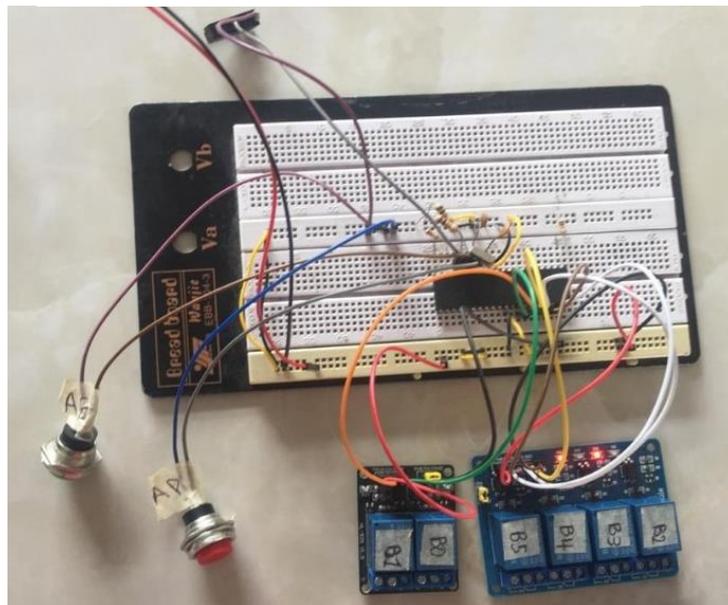
**Ilustración 52:** Simulación virtual del sistema electrónico.



**Fuente:** Autores

Posterior a la simulación se realizó en circuito en una placa de ensayos Protoboard, para verificar el funcionamiento físico.

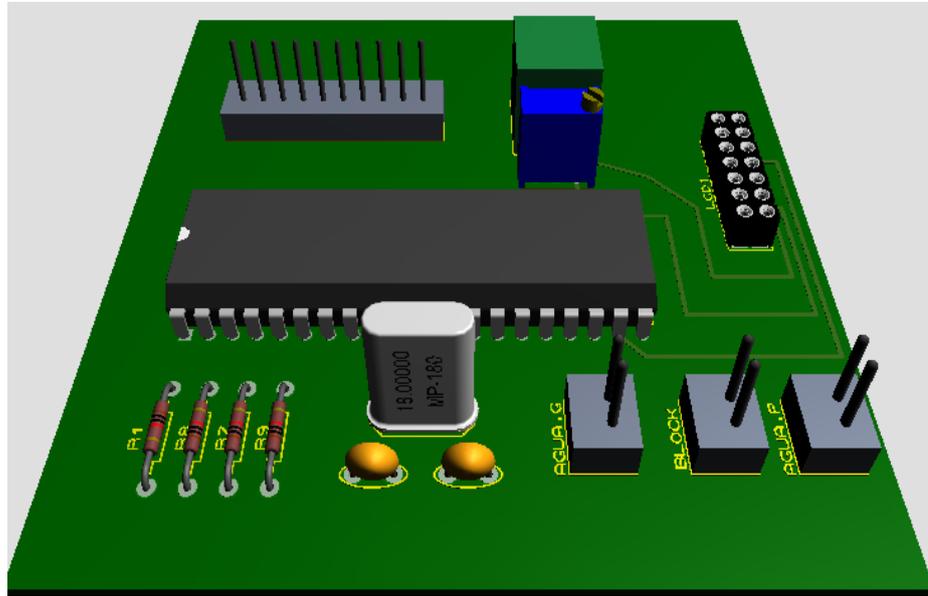
**Ilustración 53:** Simulación física del sistema electrónico.



**Fuente:** Autores

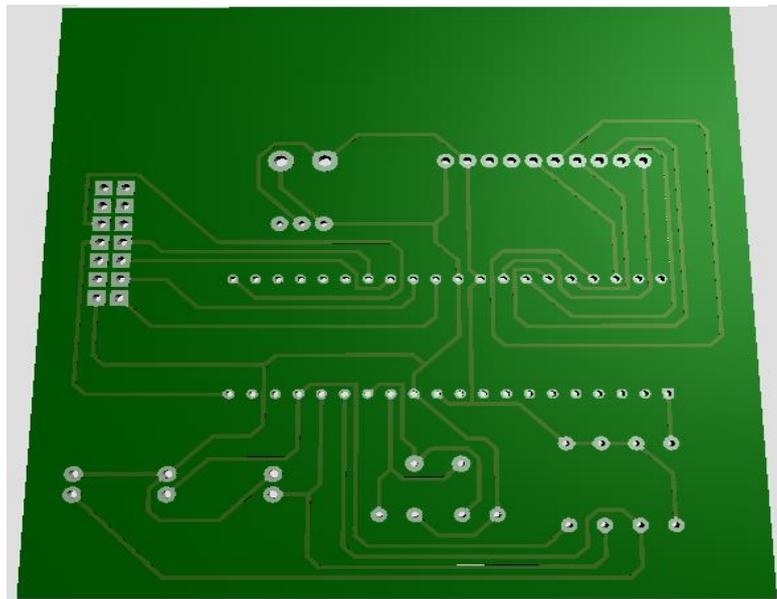
Una vez comprobada que el sistema funciona correctamente se realizó el diseño y montaje de una placa PCB

**Ilustración 54:** Placa PCB del sistema electrónico, vista superior.



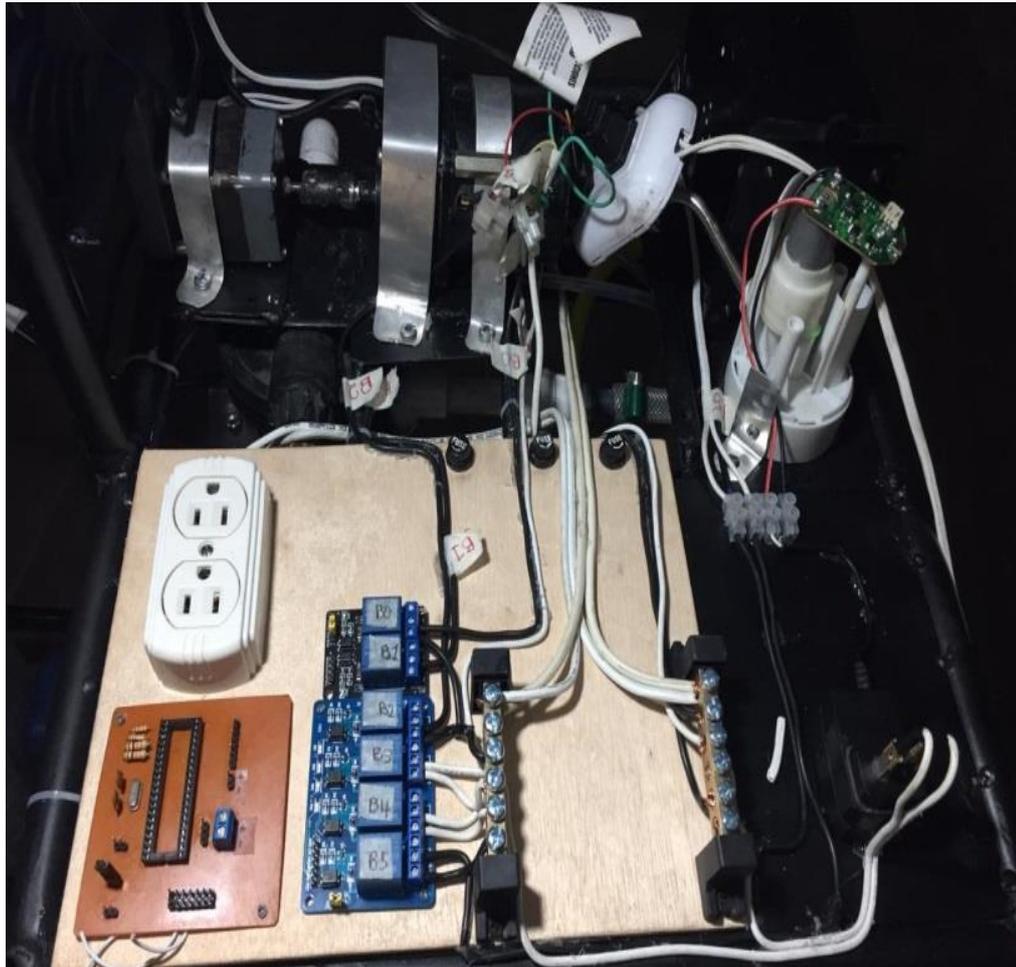
**Fuente:** Autores

**Ilustración 55:** Placa PCB del sistema electrónico, vista inferior



**Fuente:** Autores

**Ilustración 56:** Montaje del diseño eléctrico



**Fuente:** Autores

El funcionamiento del sistema electrónico se lo comprobó de manera experimental, en el cual se puede ver su funcionalidad en el check list que se encuentra en el anexo 23.

#### **5.4.1.4. Sistema hidráulico:**

Para la construcción del sistema hidráulico se tomó en cuenta detalles como:

- No existan fugas de agua.
- No existan fugas de CO<sub>2</sub>.
- Las válvulas anti retorno estén conectadas en la dirección correcta.

#### 5.4.1.4.1. Elementos del sistema hidráulico

##### 5.4.1.4.1.1. Bomba para el lavado

Ilustración 57: Bomba de lavado.



Fuente: Autores

##### 5.4.1.4.1.2. Filtro

Ilustración 58: Filtro



Fuente: Autores

#### 5.4.1.4.1.3. Tanque de co2

Ilustración 59: Tanque de CO2.



Fuente: Autores

#### 5.4.1.4.1.4. Regulador de presión

Ilustración 60: Regulador de presión para CO2.



Fuente: Autores

#### 5.4.1.4.1.5. Electroválvula

Ilustración 61: Electroválvula



Fuente: Autores

#### 5.4.1.4.1.6. Bomba para el envasado.

Ilustración 62: Bomba para el envasado.



Fuente: Autores

#### 5.4.1.4.1.7. Válvula anti retorno vertical

Ilustración 63: Válvula anti retorno vertical.



Fuente: Autores

#### 5.4.1.4.1.8. Sistema De Ozonificación

Ilustración 64: Sistema de Ozonificación



Fuente: Autores

El funcionamiento del sistema hidráulico se lo comprobó de manera experimental, en el cual se puede ver su funcionalidad en el check list que se encuentra en el anexo 23.

#### 5.4.2. Construir La Estructura Base De La Máquina

Para la construcción de la estructura de la maquina se tomó en cuenta los siguientes aspectos.

- Los tubos estén bien soldados.
- No existan perforaciones no necesarias en los tubos

- La estructura este bien pulida.

Tal como se puede evidenciar en las siguientes imágenes.

**Ilustración 65:** Vista lateral derecha de la estructura.



**Fuente:** Autores

**Ilustración 66:** Vista frontal de la estructura



**Fuente:** Autores

**Ilustración 67:** Estructura de la máquina.



**Fuente:** Autores

#### **5.4.3. Recubrir la estructura de la máquina**

Para recubrir la estructura de la maquina se tomó en cuenta los siguientes aspectos.

- Los filos estén bien pulidos.
- No existan perforaciones no necesarias en las planchas de acero inoxidable.

Tal como se puede evidenciar en las siguientes ilustraciones.

**Ilustración 68:** Estructura cubierta de acero inoxidable



**Fuente:** Autores

**Ilustración 69:** Estructura cubierta de acero inoxidable



**Fuente:** Autores

#### **5.4.4. Acoplar todos los sistemas de la máquina**

Para acoplar todos los sistemas de la maquina se tomó precaución con los siguientes aspectos:

- Conectar correctamente cada elemento de los sistemas.
- La base donde va asentada la botella tiene que girar libremente.
- No existan fugas de agua o CO<sub>2</sub>.

Tal como se puede evidenciar en las siguientes imágenes.

#### **5.4.4.1. Estructura con el sistema mecánico.**

**Ilustración 70:** Estructura con el sistema mecánico



**Fuente:** Autores

#### 5.4.4.2. Estructura con el sistema mecánico y el sistema de sujeción.

**Ilustración 71:** Estructura con el sistema mecánico y el de sujeción.



**Fuente:** Autores

#### 5.4.4.3. Estructura con el sistema mecánico, sujeción e hidráulico.

**Ilustración 72:** Vista lateral derecha de la estructura con el sistema mecánico, sujeción e hidráulico.



**Fuente:** Autores

**Ilustración 73:** Vista frontal de la estructura con el sistema mecánico, sujeción e hidráulico



**Fuente:** Autores

**Ilustración 74:** Estructura con el sistema mecánico, sujeción e hidráulico.



**Fuente:** Autores

#### **5.4.5. Inspeccionar el funcionamiento de la máquina**

Una vez montado todos los sistemas de la máquina en la base, se consideró la toma de tiempos del proceso casero que realiza el operario (enroscar y desenroscar), dando como resultado lo siguientes tiempos de operación:

**Tabla 36:** Tiempo promedio del proceso casero que debe realizar el usuario de la máquina

<b>Proceso Casero (segundos)</b>		
<b>Muestras</b>	<b>Enroscado</b>	<b>Desenroscado</b>
M1	7,33	4
M2	8,19	3,2
M3	6,32	4,19
M4	9,47	4,2
M5	7,79	5,4
M6	7,02	4,02
<b>Promedio</b>	<b>7,69</b>	<b>4,17</b>
Nota: Tiempos promedios del proceso casero		

Fuente: Autores

Posterior a esto se realizó pruebas para inspeccionar el funcionamiento de la máquina, agregando los tiempos del proceso casero dando como resultado los siguientes tiempos totales de ejecución.

**Tabla 37:** Tiempo total del proceso de lavado y envasado de agua purificada realizada por la máquina.

<b>AGUA PURIFICADA</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Tiempos (min, s)</b>	
Enroscar		00:07,7
Selección		00:04,0
<b>Proceso interno</b>		
Giro Motor	00:03,5	
Pausa	00:02,0	
Lavado	00:03,0	
Pausa	00:02,0	
Lavado	00:03,0	
Desagüe	00:15,0	
Giro Motor	00:03,5	
Envasado	01:23,0	
<b>Tiempo Total Proceso interno</b>		<b>01:55,0</b>
Desenroscar		00:04,2
<b>Tiempo total de proceso</b>		<b>02:10,9</b>
Nota:		

Fuente: Autores

**Tabla 38:** Tiempo total del proceso de lavado y envasado de agua gasificada realizada por la máquina.

<b>AGUA GASIFICADA</b>		
Enroscar		00:07,7
Seleccionar		00:04,0
<b>Proceso interno</b>		
Giro Motor	00:03,5	
Pausa	00:02,0	
Lavado	00:03,0	
Pausa	00:02,0	
Lavado	00:03,0	
Desagüe	00:15,0	
Giro Motor	00:03,5	
Envasado	01:23,0	
Pausa	00:02,0	
Gasificado	00:21,0	
<b>Tiempo Total Proceso interno</b>		02:10,0
Desenroscar		00:04,2
<b>Tiempo total de proceso</b>		02:33,9
Nota:		

Fuente: Autores

Obteniendo como tiempos finales de ejecución o tiempo de ciclo de:

- Agua Purificada (02 min, 10,9 s)
- Agua Gasificada (02min, 33,9 s)

Con estos tiempos se puede obtener una comparación entre el proceso casero y el proceso automatizado por la máquina para saber si existe una optimización de tiempos con esta propuesta tecnológica tal como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 39:** Comparación de tiempos

Tipo de Agua	COMPARACION DE TIEMPOS			
	Proceso Casero	Proceso automatizado	Optimización	Porcentaje de Optimización
Purificada	2 min,41 s	2 min, 11 s	30,1 segundos	18,6%
Gasificada	5 min,37 s	2 min, 34 s	3 min, 03 s	54,3%

Fuente: Autores

De esta manera se puede evidenciar que esta propuesta tecnológica si optimiza los tiempos en cada proceso con un 18,6% en el envasado de agua purificada y 54,3% en el envasado de agua gasificada que anteriormente se realizaba de manera casera.

Dichos datos permiten calcular la capacidad de producción de la máquina, asumiendo una jornada laboral de (8 horas/día, 5 días/semana.)

**Tabla 40:** Capacidad de producción de botellas de 500ml de agua purificada.

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN AGUA PURIFICADA (500ml c/u)		
Tiempo	Unidades	
<b>Hora</b>	27,504011	27,00
<b>Día</b>	220,032088	220,00
<b>Semana</b>	1100,16044	1.100,00
<b>Mes</b>	4400,64176	4.400,00
<b>Año</b>	52807,70112	52.807,00
Nota:		

Fuente: Autores

**Tabla 41:** Capacidad de producción de botellas de 500ml de agua gasificada.

<b>CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN AGUA GASIFICADA</b> <b>(500ml c/u)</b>		
<b>Tiempo</b>	<b>Unidades</b>	
<b>Hora</b>	23,3933329	23,00
<b>Dia</b>	187,1466632	187,00
<b>Semana</b>	935,733316	935,00
<b>Mes</b>	3742,933264	3.742,00
<b>Año</b>	44915,19917	44.915,00
Nota:		

**Fuente:** Autores

## **5.5 Objetivo 5**

**Analizar los costos incurridos en el diseño y construcción de la máquina para su financiamiento.**

En el análisis de costos para la propuesta tecnológica de la optimización del proceso de limpieza de botellas tipo PET y envasado de agua purificada de uso doméstico; se tomará en consideración gastos económicos de diseño tanto como constructivos de la máquina con la finalidad de tener una referencia para añadir a ese valor una utilidad del 15% como una tentativa de venta.

### **5.5.1 Analizar los costos incurridos en el proyecto.**

En la siguiente tabla se observa el análisis y descripción de los costos relacionados a la construcción de la máquina en donde se detalla que se compró, la cantidad y su precio.

**Tabla 42:** Costos de materiales para la construcción de la máquina.

<b>Costos Relacionados a la Construcción</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>
Tanque	1	\$ 100,00	Varilla	1	\$ 5,00
Regulador de Presión	1	\$ 40,00	Patas	1	\$ 4,20
Bomba Lavado	1	\$ 60,00	Ángulos	1	\$ 5,00
Bomba Envasado	1	\$ 10,00	Pega para tubo	1	\$ 1,50
Reductor	1	\$ 30,00	Electrodos	1	\$ 7,50
Motor	1	\$ 30,00	Pernos	1	\$ 5,00
Electroválvulas	2	\$ 10,00	Abrazaderas	1	\$ 5,00
Válvulas antirretorno	2	\$ 12,00	Correas	1	\$ 2,00
Aluminio	1	\$ 5,00	Borneras	1	\$ 2,50
Tallado Rosca Interna	1	\$ 20,00	Placa PCB	1	\$ 6,00
Caladora	1	\$ 20,00	Microntrolador PIC	1	\$ 6,90
Filtro	1	\$ 12,00	Módulos Relé	6	\$ 13,50
Base Acero Inoxidable	1	\$ 15,00	Cables Jumper	40	\$ 4,00
Unión	1	\$ 0,80	Resistencias Cerámicas 10K	4	\$ 0,48
Neplos	1	\$ 15,00	Cristal 20MHz	1	\$ 0,60
Acoples	1	\$ 8,00	Zócalos para PCB	1	\$ 2,00
Manguera Negra	1	\$ 10,00	Condensadores Cerámicos	2	\$ 0,30
Manguera de Gas	1	\$ 3,00	Barra Universal de Conexión	2	\$ 5,00
Manguera Transparente	1	\$ 1,80	Recubrimiento de Máquina	1	\$ 170,00
Ozonificador	1	\$ 100,00	Cable flexible #16 (5m)	1	\$ 3,00
Botellones	2	\$ 10,00	Porta fusible en roscable	2	\$ 1,20
Tubo PVC	1	\$ 3,00	Fusible	2	\$ 1,00
Codos-Uniones	1	\$ 6,40	Pantalla LCD 16x2	1	\$ 5,50
Acoples para el Filtro	2	\$ 1,60	Botón Pulsador Eléctrico	2	\$ 1,20
Acoples para bomba de lavado	2	\$ 3,00	Sensor Fin de Carrera	1	\$ 1,00
Tubo para la estructura	1	\$ 50,00	Rollo de Estaño	1	\$ 4,90

**Fuente:** Autores

### 5.5.2 Clasificar los costos incurridos en el proyecto.

En la siguiente tabla se observa la clasificación de los costos relacionados al diseño ya la construcción de la máquina.

**Tabla 43:** Clasificación de Costos de Diseño y Construcción

Descripción	Valor
Costo de Diseño	\$ 50,00
Costo de Materiales para el Sistema Mecánico	\$ 353,70
Costo de Materiales para el Sistema Hidráulico	\$ 428,10
Costo de Materiales para el Sistema Eléctrico	\$ 12,70
Costo de Materiales para el Sistema Electrónico	\$ 46,38

Fuente: Autores

### 5.5.3 Evaluar la depreciación de la máquina.

Para hallar los valores de la depreciación anual de la máquina, se utilizó el método de línea recta (sin valor de salvamento) el cual utiliza la siguiente ecuación.

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Costo de Adquisición del Bien}}{\text{Años de vida Útil}}$$

$$\text{Depreciación} = \frac{\$ 1.024,51}{5 \text{ años}}$$

$$\text{Depreciación} = 204,90 \frac{\$}{\text{año}}$$

**Tabla 44:** Valor Anual de la Depreciación

Depreciación Anual	
Características	Valor
Costo Total	\$ 1.024,51
Vida Útil (años)	5
Depreciación	\$ 204,90

Fuente: Autores

Una vez obtenido el valor de la depreciación anual, en la siguiente tabla se evalúa el comportamiento de la misma a lo largo de la vida útil de la máquina, considerando que el valor depreciable del año 5 se lo asigna restando 1\$ para que el valor residual sea 1\$, y que de esta manera no se elimine de los registros contables, permitiendo controlar este bien y considerar su posterior revalorización técnica o retiro de estos.

**Tabla 45:** Evaluación de la Depreciación

<b>Evaluación de la Depreciación</b>			
<b>Año</b>	<b>Depreciación Anual</b>	<b>Depreciación Acumulada</b>	<b>Valor Residual</b>
0	-	-	\$ 1.024,51
1	\$ 204,90	\$ 204,90	\$ 819,61
2	\$ 204,90	\$ 409,80	\$ 614,71
3	\$ 204,90	\$ 614,71	\$ 409,80
4	\$ 204,90	\$ 819,61	\$ 204,90
5	\$ 203,90	\$ 1.023,51	\$ 1,00

Fuente: Autores

**5.5.4 Registrar el valor total del financiamiento.**

Una vez finalizado el análisis y clasificación de los costos incurridos en el diseño y construcción de la máquina se registró el valor del financiamiento para esta propuesta tecnológica como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 46:** Financiamiento de la Máquina.

<b>Financiamiento de la Máquina</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Costo de Diseño	\$ 50,00
Costo de Materiales para el Sistema Mecánico	\$ 353,70
Costo de Materiales para el Sistema Hidráulico	\$ 428,10
Costo de Materiales para el Sistema Eléctrico	\$ 12,70
Costo de Materiales para el Sistema Electrónico	\$ 46,38
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 890,88</b>

Fuente: Autores

Para evidenciar que el precio de la máquina sea competitivo con el mercado se obtuvo un precio tentativo con una utilidad del 15% del valor de financiamiento.

**Tabla 47:** Precio Tentativo de la Máquina

<b>Precio Tentativo de la Máquina</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Financiamiento	\$ 890,88
Utilidad (15%)	\$ 133,63
<b>Precio de Venta</b>	<b>\$ 1.024,51</b>

Fuente: Autores

Se considera que hoy en día en el mercado no existe una máquina similar, que realice todos los procesos descritos anteriormente, en sí misma, es por eso que se tomó valores referenciales de una máquina dispensadora vending y del sodastream para sumarlas, pero sin tener otra referencia para el proceso de lavado.

**Tabla 48:** Precio Referencial de Máquinas Existentes en el Mercado

<b>Precios de Máquinas Existentes</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Sodastream	\$ 89,99
Máquina expendedora de agua purificada	\$ 1.000,00
<b>Precio Total</b>	<b>\$ 1.089,99</b>
<b>Fuente:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• [49] y [50]</li> </ul>	

**Fuente:** Autores

Se puede evidenciar que el precio que presenta la creación de la máquina (\$1.024,51) puede ser competitivo a referencia con el precio de otras máquinas (\$1.089,99), además que no cumplen con el requerimiento total del funcionamiento.

También se puede obtener el costo unitario de la botella envasada con agua purificada o con agua gasificada de la siguiente manera:

El precio del botellón de agua purificada tiene un valor de 2,50\$ como se van a utilizar dos botellones (uno para el lavado y otro para el envasado de la botella) serian 5\$, en un botellón se pueden envasar 40 botellas por lo tanto se divide 5\$/40 botellas, dando como resultado un valor de 0,13\$.

El precio del tanque utilizado en esta propuesta tecnológica es de 100\$ y se pueden gasificar 2927 botellas por lo tanto se divide 100\$/2927 botellas, dando como resultado un valor de 0,03\$

En resumen el costo de envasar una botella solo con agua purificada es de 13 centavos y el costo de envasar una botella con agua gasificada es de 16ctvs.

## **6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS**

### **6.1. Presupuesto**

En el anexo 26 se detallan cada uno de los costos inmersos en el presupuesto que se realizó para la elaboración de la propuesta tecnológica.

## **6.2. Análisis De Impactos**

### **6.2.1. Impacto Práctico:**

La máquina sirve para lavar y envasar botellas tipo pet de 500ml, de la misma forma esta propuesta tecnológica realiza la gasificación del agua una vez que ya este envasada la botella con agua purificada siendo así que sin esta máquina, las personas no podrían obtener agua gasificada en sus propios hogares, quedándose con la única opción de recurrir a la tienda más cercana.

### **6.2.2. Impacto Simbólico:**

Esta propuesta tecnológica simboliza la optimización de recursos, innovación y el cuidado al medio ambiente mediante la automatización de procesos caseros.

### **6.2.3. Impacto Tecnológico:**

Para lograr construir la maquina se necesitan conocimientos previos como: Circuitos eléctricos, maquinas eléctricas, programación en lenguaje C, automatización industrial, Mecánica de fluidos, Resistencia de materiales, además de varias pruebas experimentales para lograr un correcto proceso para la gasificación del agua, de esta manera se deja obsoleto el proceso casero en el que las personas pueden estar expuestas a sufrir algún riesgo por tratar de gasificar el agua. Gracias a la innovación empleada en la construcción de esta propuesta tecnológica se genera una optimización de recursos, enfatizándose en el tiempo que le toma a una persona realizar el lavado y envasado de una botella en su hogar, por lo tanto es menos probable que las botellas de plástico tipo pet de 500ml sean de un solo uso.

### **6.2.4. Impacto Ambiental:**

Esta propuesta tecnológica aporta al cuidado del medio ambiente ya que da un nuevo uso a las botellas de plástico tipo pet de 500 ml, de esa manera se genera una concientización por la reutilización y el cuidado de nuestro planeta ya que no deja ningún residuo ni emana ningún contaminante.

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. Conclusiones**

- El estudio de procesos, tiempos y movimientos permitió mejorar la productividad en los procesos de lavado, envasado y gasificado reduciendo considerablemente las demoras o tiempos improductivos, siendo así que existe un ahorro de tiempo para el envasado del 18,6% y para el gasificado un 54,3% mediante la construcción de la

propuesta tecnológica.

- El seleccionar correctamente los parámetros para la generación del diseño proporciono la medida correcta para la altura de la base donde va a ir la botella que es de 1,05 metros para evitar que el usuario tenga problemas ergonómicos en un futuro.
- Se pudo determinar la capacidad de producción de este equipo, en donde en el proceso de lavado y envasado se pueden obtener 40 botellas por botellón y en el proceso de gasificado se logra producir 2927 botellas por cada tanque de CO<sub>2</sub> utilizado.
- El realizar el diseño de todos los sistemas utilizados en la máquina para su posterior construcción, aseguro la correcta elección de los materiales utilizados, permitió seleccionar el mejor sistema de sujeción y gasificación, además gracias al diseño realizado en Autocad se pudo tener una visualización de la forma final de la máquina.
- Mediante varios intentos experimentales se evidencio que una manera efectiva para lograr gasificar el agua se debe inyectar el CO<sub>2</sub> con una presión baja de 40 psi, así como también se tiene que sacudir la botella llena de agua durante un tiempo determinado; para el caso de las botellas de 500 ml es necesario de 15 a 30 segundos dependiendo de la fuerza con la que la botella está siendo sacudida, tomando en cuenta que esta debe de estar totalmente cerrada para que no exista fuga del CO<sub>2</sub>.
- El construir maquina permitió evaluar el funcionamiento de los sistemas y evidenciar la capacidad de producción, costos incurridos, la optimización del proceso.
- Se logró determinar el costo de construcción del equipo, evidenciando un valor total de 890,88\$ y considerando una utilidad del 15% el equipo se podría vender en un valor de 1.024,51\$, que podría ser una alternativa a la hora de presentar una solución a la reutilización de botellas tipo pet de 500 ml y el gusto por beber agua gasificada.

## **7.2. Recomendaciones**

- Se recomienda que para el envasado se utilice una bomba de mayor potencia.
- Implementar indicaciones de funcionamiento en la máquina.
- Diseñar un manual de mantenimiento para la máquina.
- Instalar un sensor de posición para que detecte la botella y permita el accionamiento del proceso de operación de la máquina.

## **REFERENCIAS**

[1] Ladyverd, (2016, Ene. 08). “Las botellas de plástico y su impacto medioambiental”. [Internet]. Disponible en <http://www.ladyverd.com/el-verdadero-precio-de-las-botellas-de-plastico/>

- [2] Eluniverso.com, (2019, Ago. 05). “El consumo de agua embotellada supera el de bebidas gaseosas en Ecuador | Economía | Noticias | El Universo”. [Internet]. Disponible en <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/08/05/nota/7458042/consumo-agua-embotellada-supera-bebidas-gaseosas-ecuador>
- [3] Ambientum Portal Lider Medioambiente, (2019, Ago 28). “Datos sobre la contaminación que causa el plástico – Ambientum”. [Internet]. Disponible en <https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/contaminacion-plastico.asp>
- [4] Y. Sanchez, (2019, Jun. 28). “América Latina y el plástico. [Internet]. Disponible en <https://www.elselegrafo.com.ec/noticias/columnistas/15/america-latina-plastico>
- [5] El Financiero, (2020, Ene. 23). “¿Por qué el plástico tarda tanto tiempo en degradarse?”. [Internet]. Disponible en <https://www.elfinanciero.com.mx/el-preguntario/por-que-el-plastico-tarda-tanto-tiempo-en-degradarse>
- [6] Ecuadortv, (2020, Ene. 14). “Ecuador busca reducir el consumo de las botellas de plástico”. [Internet]. Disponible en <https://ecuadortv.ec/noticias/actualidad/campana-bajale-al-plastico-ministerio-ambiente>
- [7] J. Machado, (2020, Feb. 20). “La ruta de las 2.200 toneladas diarias de basura producidas en Quito”. [Internet]. Disponible en <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/conozca-ruta-basura-quito/>
- [8] H. Cruz Navarrete, H. & E. Campoverde Williams, (2010, Mar. 28). “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA MAQUINA FLEXIBLE PARA ENVASADO DE LIQUIDOS”. [Internet]. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2407/14/UPS-GT000134.pdf>
- [9] W. Vargas, (2013, Dic. 03). “AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE LÍQUIDOS GRONINGER DFV-6001”. [Internet]. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2909/1/04%20MEC%20034%20TESIS.pdf>
- [10] B. Salazar, (2019, Sept. 03). “¿Qué es un Proceso Industrial? | Ingeniería Industrial Online”. [Internet]. Disponible en <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/procesos-industriales/que-es-un-proceso-industrial/>
- [11] Pérez Fernández de Velasco, J, Gestión por procesos. 4th ed. Madrid: ESIC, 1996, p.49.
- [12] N. Tejada, V. Gisbert, & A. Pérez, (2017, Dic. 22). ”Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD”. [Internet]. Disponible en [https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art\\_5.pdf](https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_5.pdf)
- [13] N. Díaz, (2006, Dic.01). “Técnicas de muestreo. Sesgos más frecuentes”. [Internet]. Disponible en <https://www.revistasden.org/files/9-CAP%209.pdf>
- [14] R. García Criollo, & J. Pantoja Magaña, 2007. *Estudio del trabajo*. México: McGraw Hill.
- [15] I. Turmero Astros, (2016, Jun. 01). “Estudio de tiempos - Monografias.com”. [Internet]. Disponible en <https://www.monografias.com/trabajos27/estudio-tiempos/estudio-tiempos.shtml>

- [16] M. Torres Búa, (2016, Mar. 12). ”- Qué son los mecanismos”. [Internet]. Disponible en [https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/1\\_qu\\_son\\_los\\_mecanismos.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/1_qu_son_los_mecanismos.html)
- [17] M. Torres Búa, (2016, Mar. 12). ”- La Palanca”. [Internet]. Disponible en [https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/21\\_la\\_palanca.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/21_la_palanca.html)
- [18] Aula21 | Formación para la Industria, (2019, Oct. 04). “Qué es un Sistema Hidráulico y cómo funciona | Aula21”. [Internet]. Disponible en <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-hidraulico/>
- [19] Todo Refacciones®, (2019, Oct. 02). “Reguladores de presión”. [Internet]. Disponible en <https://todorefacciones.mx/blog/reguladores-de-presion>
- [20] Clr.es, (2017, Feb. 21). “Reductores de velocidad: principales aplicaciones y cómo mejorar su funcionamiento”. [Internet]. Disponible en <https://clr.es/blog/reductores-velocidad-funcionamiento/>
- [21] D. Team, (2019, Dic. 06). “Medidor TDS: ¿Qué es y qué mide realmente?”. [Internet]. Disponible en <https://www.dropson.es/blog-lata-filtrante/medidor-tds-que-es-y-que-mide-realmente/>
- [22] M. Galán, (2017, Mar. 02). “*El par motor: qué es y cómo influye en el rendimiento de tu motor*”. [Internet]. Disponible en <https://www.actualidadmotor.com/par-motor-que-es/>
- [23] E. Paucar Gallo, (2014, Feb. 12). “Estudio de sistemas de lavado de botellas para la optimización de tiempos de producción en el proceso de embotellado en el Laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato”. [Internet]. Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8616>
- [24] D. Segura, R. Noguez, & G. Espín, (2007, Nov. 14). “Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables”. [Internet]. Disponible en [http://oldwww.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro\\_25\\_aniv/capitulo\\_31.pdf](http://oldwww.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro_25_aniv/capitulo_31.pdf)
- [25] J. Diaz, H. Caraballo, M. Villareal, H. Lobo, R. Jesus, J. Briceño, G. Gutiérrez, & S. Díaz, (2009, Abr. 20). “¿El Agua Embotellada Es Adecuada Para Nuestro Consumo?”. [Internet]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/265595884\\_EL\\_AGUA\\_EMBOTELLADA\\_ES\\_A\\_DECUADA\\_PARA\\_NUESTRO\\_CONSUMO](https://www.researchgate.net/publication/265595884_EL_AGUA_EMBOTELLADA_ES_A_DECUADA_PARA_NUESTRO_CONSUMO)
- [26] A. Báguena, (2010, Ene. 01). “¿*Qué es el Agua Purificada? Beneficios y propiedades / NutriTienda*”. [Internet]. Disponible en <https://blog.nutritienda.com/agua-purificada/>
- [27] D. Flores Soto, & J. Delgado Tamayo, (2013, Abr. 07). “Estudio de factibilidad de una planta embotelladora de agua purificada en el Cantón General Villamil Playas”. [Internet]. Disponible en <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/793>
- [28] V. Mollejo, (2019, Jun. 19). “*Todo lo que debes saber sobre el agua con gas*”. [Internet]. Disponible en [https://www.65ymas.com/salud/alimentacion/agua-con-gas-beneficios-contraindicaciones-dosis-recomendada\\_4886\\_102.html](https://www.65ymas.com/salud/alimentacion/agua-con-gas-beneficios-contraindicaciones-dosis-recomendada_4886_102.html)

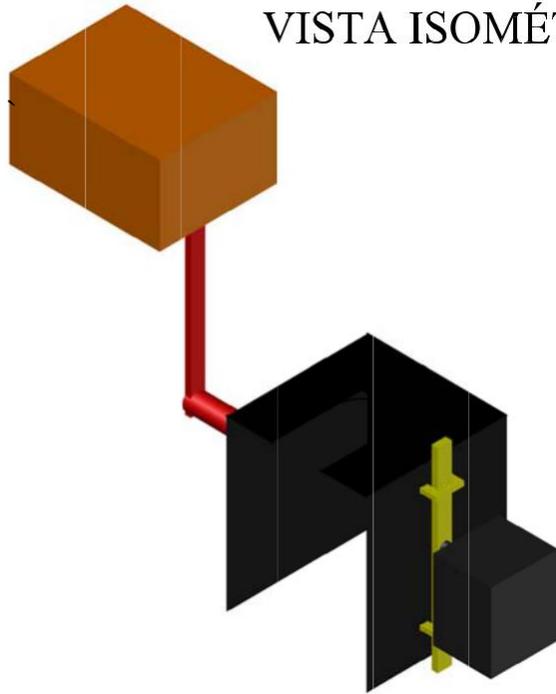
- [29] C. Hammond, (2015, Sep. 26). “¿Es realmente dañina para la salud el agua con gas? - BBC News Mundo”. [Internet]. Disponible en [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/09/150918\\_vert\\_fut\\_finde\\_mito\\_medico\\_agua\\_con\\_gas\\_yv](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/09/150918_vert_fut_finde_mito_medico_agua_con_gas_yv)
- [30] E. Córdoba Nieto, (2007, Jul. 17). “Manufactura y Automatización”. [Internet]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/643/64326315.pdf>
- [31] A. BUSTOS, (2008, Jun. 130). "1.DEFINICIONES, Manufacturabustos.blogspot.com". [Internet]. Disponible en <http://manufacturabustos.blogspot.com/2008/06/definiciones.html>.
- [32] g. Circuitos eléctricos animados: Componentes, "▷ Circuitos eléctricos animados: Componentes, funcionamiento, gráficos", *Circuitos Eléctricos y Electrónicos*, 2021. [Internet]. Disponible en <https://www.circuitos-electricos.com/circuitos-electricos-animados-componentes-funcionamiento-graficos/>
- [33] Fundacionendesa.org, (2019, Sep. 01). “Elementos de un circuito eléctrico: Resistencia y conductores”. [Internet]. Disponible en <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-elementos-circuito-electrico>
- [34] Paragon, (2015, Abr. 15). “¿Qué es Simulación? – Paragon”. [Internet]. Disponible en <https://www.paragon.com.br/es/academico-2/que-es-simulacion/>
- [35] Smelpro.com, (2020, Jun. 25). “¿Qué es un microcontrolador? – Smelpro”. [Internet]. Disponible en <https://smelpro.com/blog/que-es-un-microcontrolador/>
- [36] B. Miller and D. Ranum, (2017, Jul. 12). "¿Qué es programación? — Solución de problemas con algoritmos y estructuras de datos". [Online]. Disponible en <https://runestone.academy/runestone/static/pythoned/Introduction/QueEsProgramacion.html>.
- [37] J. Lucas, (2019, Sep. 04). “Qué es C: Características y sintaxis”. [Internet] Disponible en <https://openwebinars.net/blog/que-es-c/>
- [38] A. Laverde, (2017, Mar. 17). “¿PCB qué es y para que sirve?”. [Internet]. Disponible en <https://www.aldeiatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/pcb-que-es-y-para-que-sirve/>
- [39] Y. Mercado, M. Blanco, M. Arteaga, M. Lecue and M. Gomez, (2011, May. 21). "Selección de Alternativas para la Toma de Decisión". [Online]. Disponible en <http://tecnicasunesr2011-1.blogspot.com/2011/05/seleccion-de-alternativas-para-la-toma.html#:~:text=Es%20el%20proceso%20durante%20el,nombre%20de%20toma%20de%20decisiones.>
- [40] F. Garcia Alvarez, (2013, Agos. 27). “MÉTODO DE LOS FACTORES PONDERADOS”. [Internet]. Disponible en [https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/5075/mod\\_resource/content/1/Problemas/Met-Local-Ponderado-ejemplo.pdf](https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/5075/mod_resource/content/1/Problemas/Met-Local-Ponderado-ejemplo.pdf)
- [41] H. Talavera, (2019, Jun. 12). “¿Cómo calcular la depreciación? - 3 métodos de cálculo y ejemplos”. [Internet]. Disponible en <https://www.asesorapyme.org/2019/06/12/que-es-la-depreciacion-y-que-importancia-tiene/>

- [42] Conogasi, (2018, Jul. 09). “Valor residual (valor de salvamento”.[Internet]. Disponible en <http://conogasi.org/acepciones/valor-residual-valor-de-salvamento/>.
- [43] 20minutos, (2020, Abr. 24). “¿Qué es el ozono y por qué desinfecta?”. [Internet]. Disponible en <https://www.20minutos.es/noticia/4236561/0/que-es-ozono-por-que-desinfecta>
- [44] Hidritec.com, (2008, Ene. 16). “Hidritec - Tratamiento con ozono”. [Internet]. Disponible en <http://www.hidritec.com/hidritec/tratamiento-con-ozono>
- [45] Concepto de - Definición de, (2014, Feb. 21). “¿Qué es Doméstico? » Su Definición y Significado”. [Internet]. Disponible en <https://conceptodefinicion.de/domestico>
- [46] R. Chaurand, L. Prado, & E. Gonzales, (2015, May. 15). “Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamericana”. [Internet]. Disponible en <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14486/2018sergioboh%C3%B3rquez4.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- [47] Redirect Notice, *Google.com*, (2018, Mar. 14). “Cómo calcular la relación de reducción en tus proyectos con engranajes”. [Internet]. Disponible en <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fclr.es%2Fblog%2Fes%2Fcalcular-relacion-de-reduccion%2F&psig=AOvVaw0-Zoyyz2JMdZXew9fl5hiS&ust=1615073921191000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTCOi0mbapmu8CFQAAAAAdAAAAABAD>.
- [48] Sodastream.ca, (2013, Abr. 25). "Manual de Instrucciones". [Internert]. Disponible en <https://www.sodastream.ca/en/assets/instructmanual/source.pdf>
- [49] Spanish.alibaba.com,(2016, Sep. 13). "Máquina Expendedora Dispensadora De Agua Pura,Equipo Comercial Personalizado Para Proveedores De Bebidas Y Botellas - Buy Coin Operated Automatic Alkaline Water Vending Machine Water Dispenser Water Purification,Factory Cheap Mechanical Cold Water Vending Machine Price Combo Snack Drink Selling Vending Machine,Water Vending Machines For Sale Purified Water Self-service Water Vending Station Product on Alibaba.com", [Internet]. Disponible en <https://spanish.alibaba.com/product-detail/pure-water-dispenser-vending-machine-for-sale-custom-commercial-bottle-drink-vendor-equipment-647960377.html>
- [50] SodaStream, (2019, Sep. 23). "Fizzi Sodastream". [Internet]. Disponible en <https://sodastream.com/products/fizzi-starter-ki>

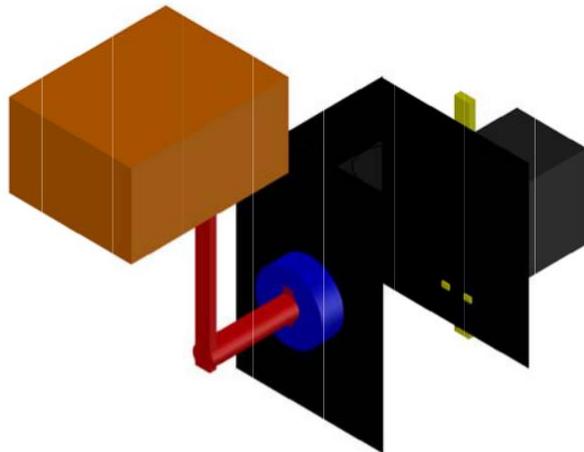
## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**

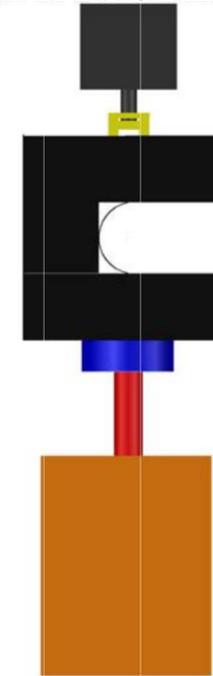
VISTA ISOMÉTRICA NE



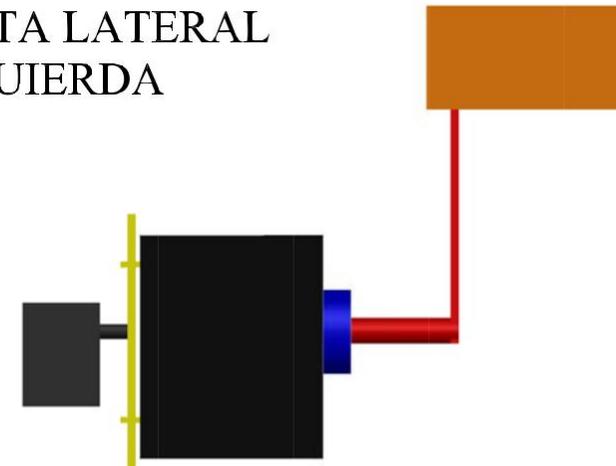
VISTA ISOMÉTRICA SE



VISTA SUPERIOR

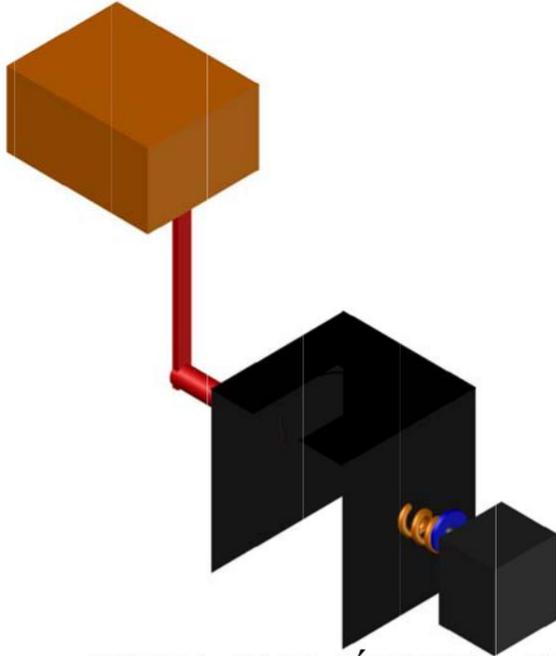


VISTA LATERAL IZQUIERDA

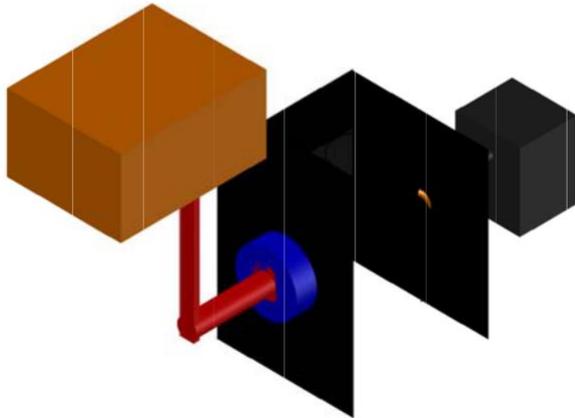


PRIMER BOCETO DEL SISTEMA MECÁNICO PARA EL LAVADO, ENVASADO Y GASIFICADO	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
REGISTRO DE REVISIONES			
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		

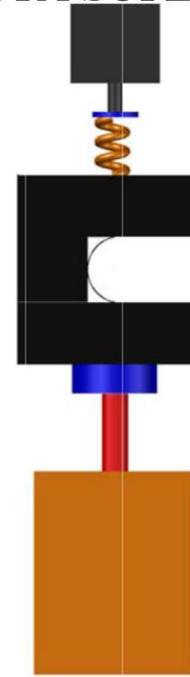
VISTA ISOMÉTRICA NE



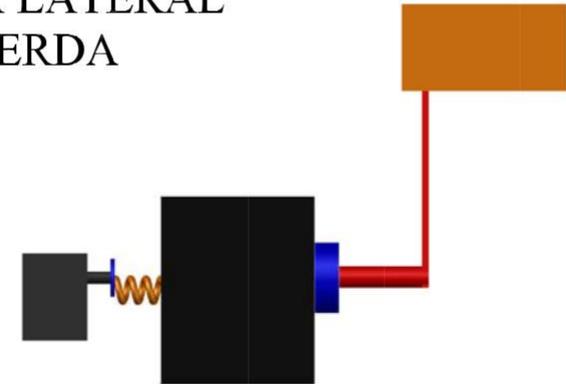
VISTA ISOMÉTRICA SE



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL  
IZQUIERDA



ANEXO N 2: SEGUNDO BOCHETO DEL  
SISTEMA MECÁNICO PARA EL  
LAVADO, ENVASADO Y GASIFICADO

1

REV

EMISIÓN

DETALLE

01/02/2021

FECHA

REGISTRO DE REVISIONES

REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES,  
JONATHAN YÁNEZ

REVISADO POR: ING. FREDDY  
QUINCHIMBLA



## ANEXO 3

### Programación

```
#INCLUDE <18f4550.h>
#FUSES HS, NOWDT, NOPROTECT
#USE DELAY(CLOCK=20MHz)
#USE FAST_IO(D)
#USE FAST_IO(B)
#USE FAST_IO(C)
#INCLUDE <LCD.C>

INT1 x,y,z;

void main(){
    inicio:
    lcd_init();
    lcd_gotoxy(5,1);
    printf(lcd_putc,"ECOWATER");
    lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc,"ELIGE TU AGUA.!");

    set_tris_d(0b00000000);
    set_tris_c(0b00001111);
    set_tris_b(0b00000000);

    output_b(0x00);
    output_c(0x00);
    output_d(0x00);
    x=1;
    y=1;
    z=1;
```

```

while(true){
x=input(pin_c0);
y=input(pin_c1);
z=input(pin_c2);
    if(z==0&&x==0){          //AGUA PURIFICADA
        output_b(0b11011110);
        lcd_gotoxy(1,1); printf(lcd_putc,"\fAGUA PURIFICADA\n");
        lcd_gotoxy(5,2);printf(lcd_putc,"GIRANDO LAVADO");
        delay_ms(700);
        output_b(0b11111111);      // PAUSA
        lcd_gotoxy(1,1); printf(lcd_putc,"\fAGUA PURIFICADA\n");
        lcd_gotoxy(5,2);printf(lcd_putc,"LAVANDO");
        delay_ms(400);
        output_b(0b11011101);      // LAVADO 3s
        delay_ms(600);
        output_b(0b11011111);      // PAUSA
        delay_ms(400);
        output_b(0b11011101);      // LAVADO 3S
        delay_ms(600);
        output_b(0b11011111);      // EVACUACIÓN
        delay_ms(3000);
        output_b(0b11011011);
        lcd_gotoxy(1,1); printf(lcd_putc,"\fAGUA PURIFICADA\n");
        lcd_gotoxy(5,2);printf(lcd_putc,"GIRANDO ENVASADO");
        delay_ms(700);
        output_b(0b11010111);
        lcd_gotoxy(1,1); printf(lcd_putc,"\fAGUA PURIFICADA\n");
        lcd_gotoxy(4,2);printf(lcd_putc,"ENVASANDO");
    }
}

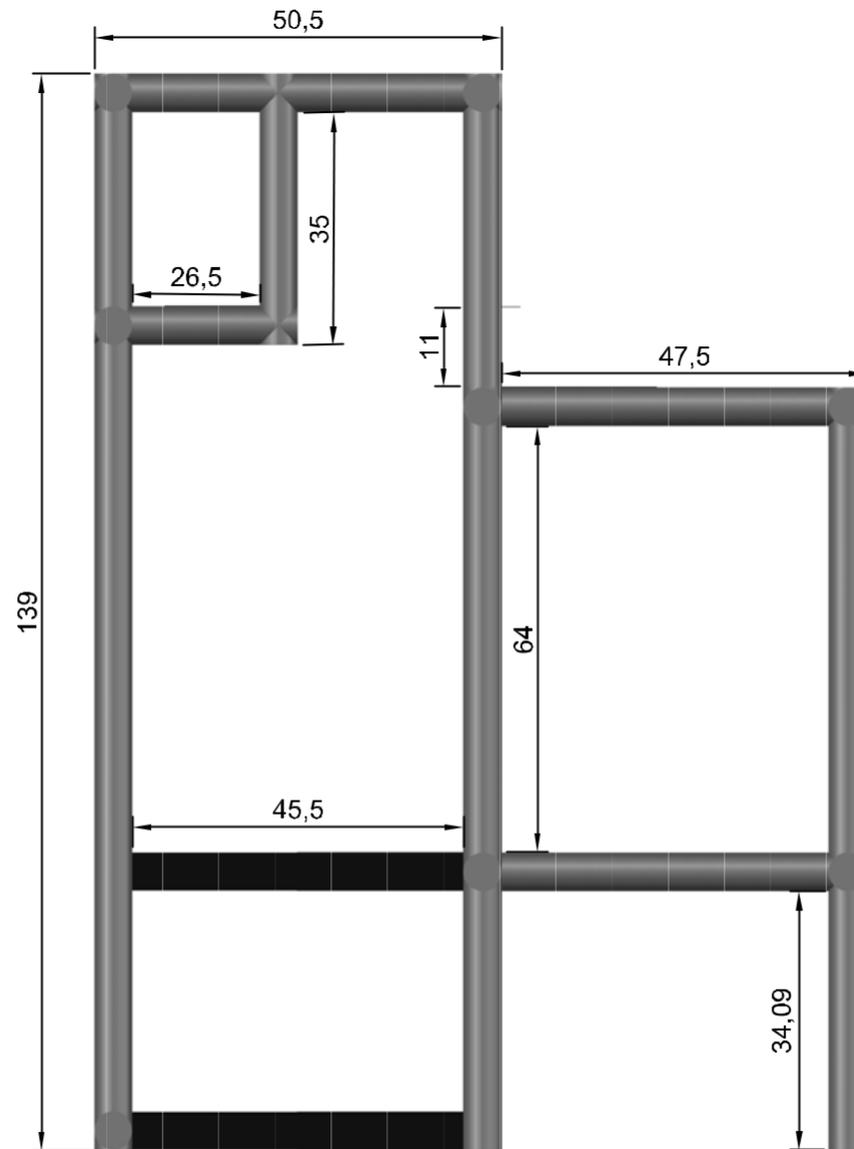
```

```

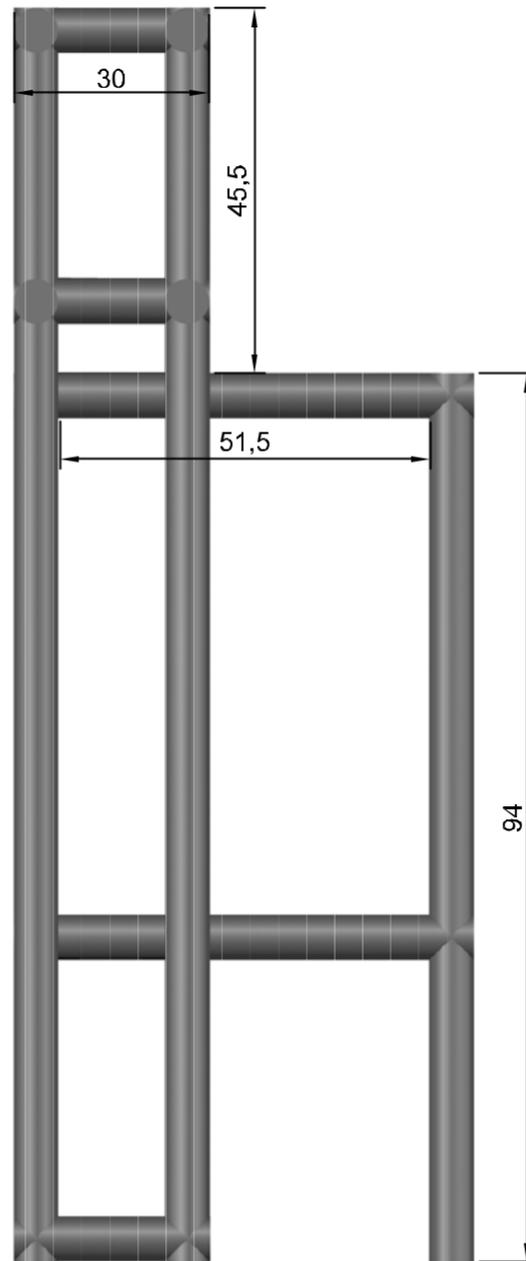
delay_ms(16600); //1m23s
output_b(0b11111111);
lcd_gotoxy(1,1); printf(lcd_putc, "\fAGUA PURIFICADA\n");
lcd_gotoxy(1,2); printf(lcd_putc, "SACA LA BOTELLA");
delay_ms(1000);
goto inicio;
}
else{
output_b(0b11111111);
}
if(z==0&& y==0){ //AGUA GASIFICADA
output_b(0b11011110);
lcd_gotoxy(1,1); printf(lcd_putc, "\fAGUA GASIFICADA\n");
lcd_gotoxy(5,2); printf(lcd_putc, "GIRANDO LAVADO");
delay_ms(700);
output_b(0b11111111); // PAUSA
lcd_gotoxy(1,1); printf(lcd_putc, "\fAGUA GASIFICADA\n");
lcd_gotoxy(5,2); printf(lcd_putc, "LAVANDO");
delay_ms(400);
output_b(0b11011101); // LAVADO 3s
delay_ms(600);
output_b(0b11011111); // PAUSA
delay_ms(400);
output_b(0b11011101); // LAVADO 3S
delay_ms(600);
output_b(0b11011111); // EVACUACIÓN
delay_ms(3000);
output_b(0b11011011);
lcd_gotoxy(1,1); printf(lcd_putc, "\fAGUA GASIFICADA\n");
lcd_gotoxy(5,2); printf(lcd_putc, "GIRANDO ENVASADO");

```

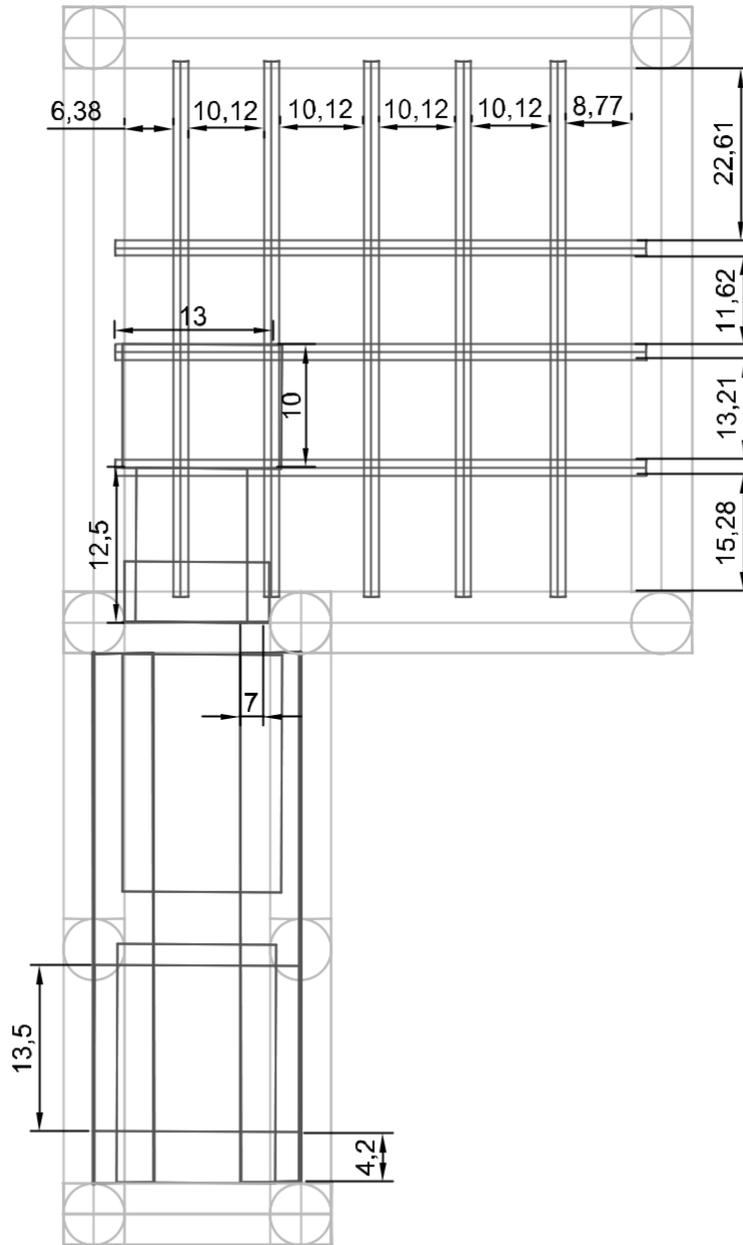
```
delay_ms(700);
output_b(0b11010111);
lcd_gotoxy(1,1); printf(lcd_putc, "\fAGUA GASIFICADA\n");
lcd_gotoxy(4,2); printf(lcd_putc, "ENVASANDO");
delay_ms(16600);
output_b(0b11111111);
delay_ms(400);
output_b(0b11101111);
lcd_gotoxy(1,1); printf(lcd_putc, "\fAGUA GASIFICADA\n");
lcd_gotoxy(3,2); printf(lcd_putc, "GASIFICANDO");
delay_ms(1000); //5s
output_b(0b11011111);
delay_ms(400);
output_b(0b11101111);
delay_ms(1000); // 5s
output_b(0b11011111);
delay_ms(400);
output_b(0b11101111);
delay_ms(1000); // 5s
output_b(0b11011111);
delay_ms(400);
output_b(0b11111111);
lcd_gotoxy(1,1); printf(lcd_putc, "\fAGUA GASIFICADA\n");
lcd_gotoxy(1,2); printf(lcd_putc, "SACA LA BOTELLA");
delay_ms(1000);
goto inicio;
}
else{
output_b(0b11111111);
}}
```



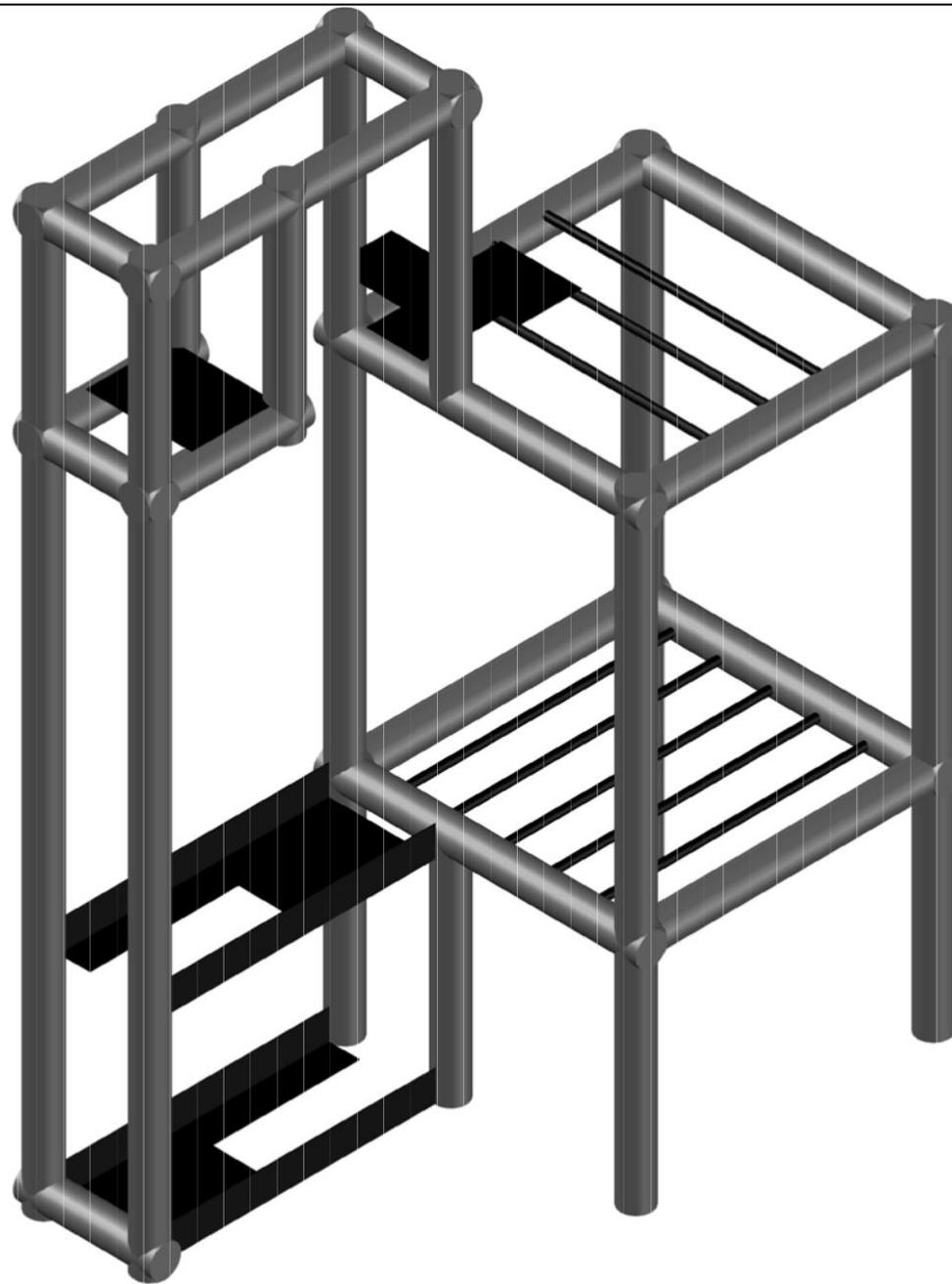
ANEXO N 4: VISTA LATERAL DERECHA DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm
	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		ESCALA 1:11



ANEXO N° 5: VISTA FRONTAL DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES	UNIDAD DE MEDIDA: cm	ESCALA 1:13
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



ANEXO N° 6: VISTA SUPERIOR DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REGISTRO DE REVISIONES	UNIDAD DE MEDIDA: cm	ESCALA 1:11
REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA			



ANEXO N 7: VISTA ISOMÉTRICA SE DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA



REV

EMISIÓN

01/02/2021

DETALLE

FECHA

REGISTRO DE REVISIONES

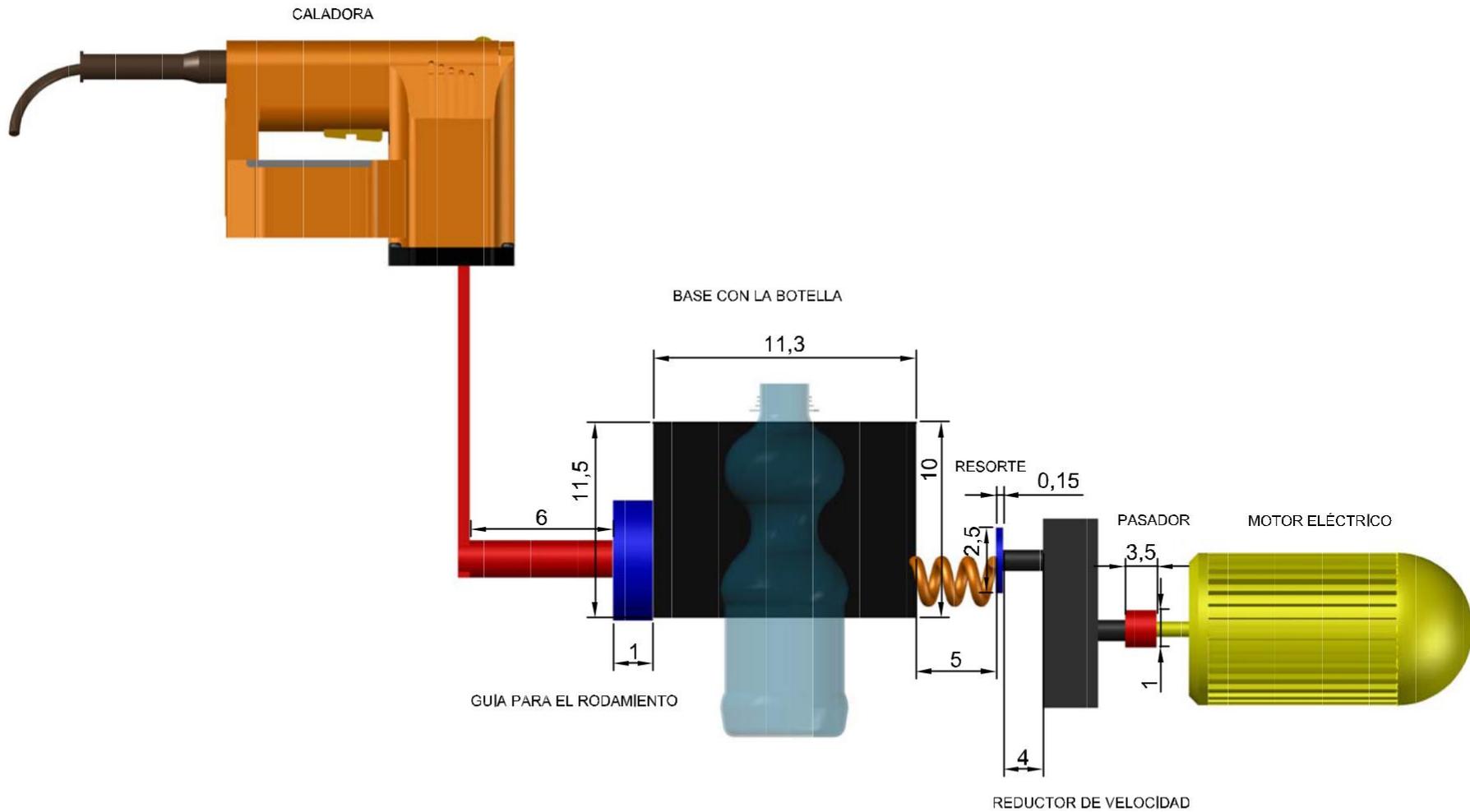
UNIDAD DE MEDIDA: cm

ESCALA 1:11

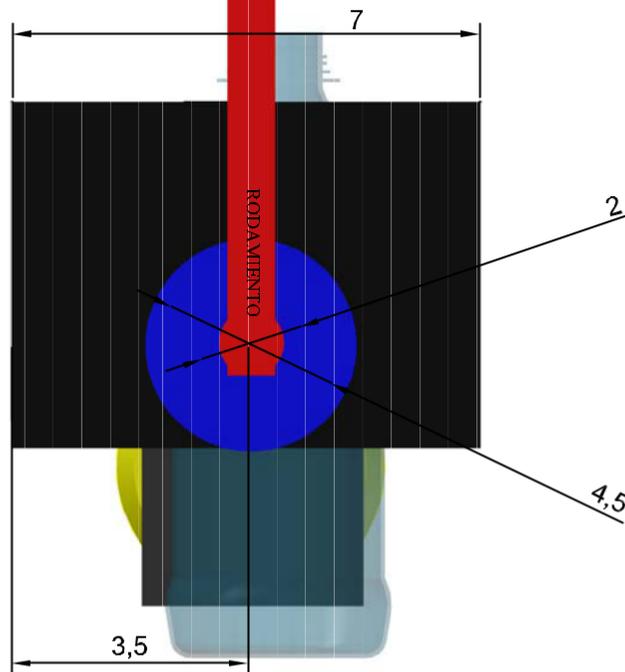
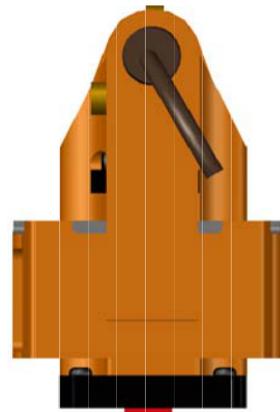
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES,  
JONATHAN YÁNEZ

REVISADO POR: ING. FREDDY  
QUINCHIMBLA

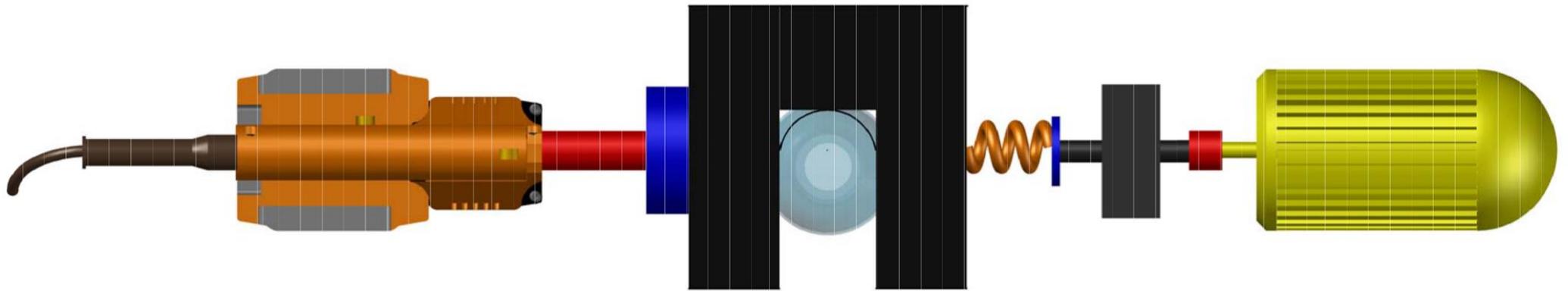




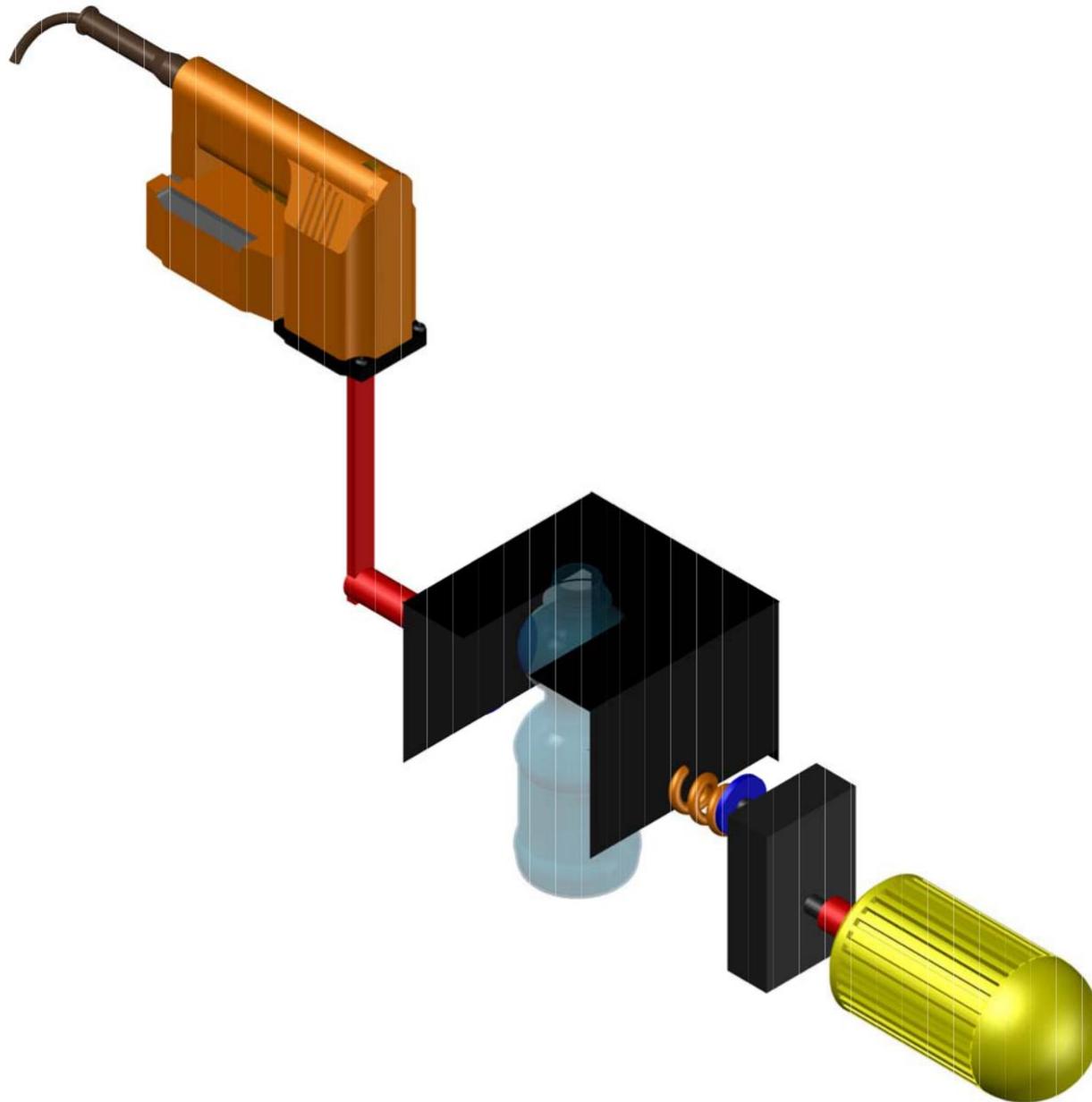
ANEXO N 8: VISTA LATERAL DERECHA DEL SISTEMA MECÁNICO	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



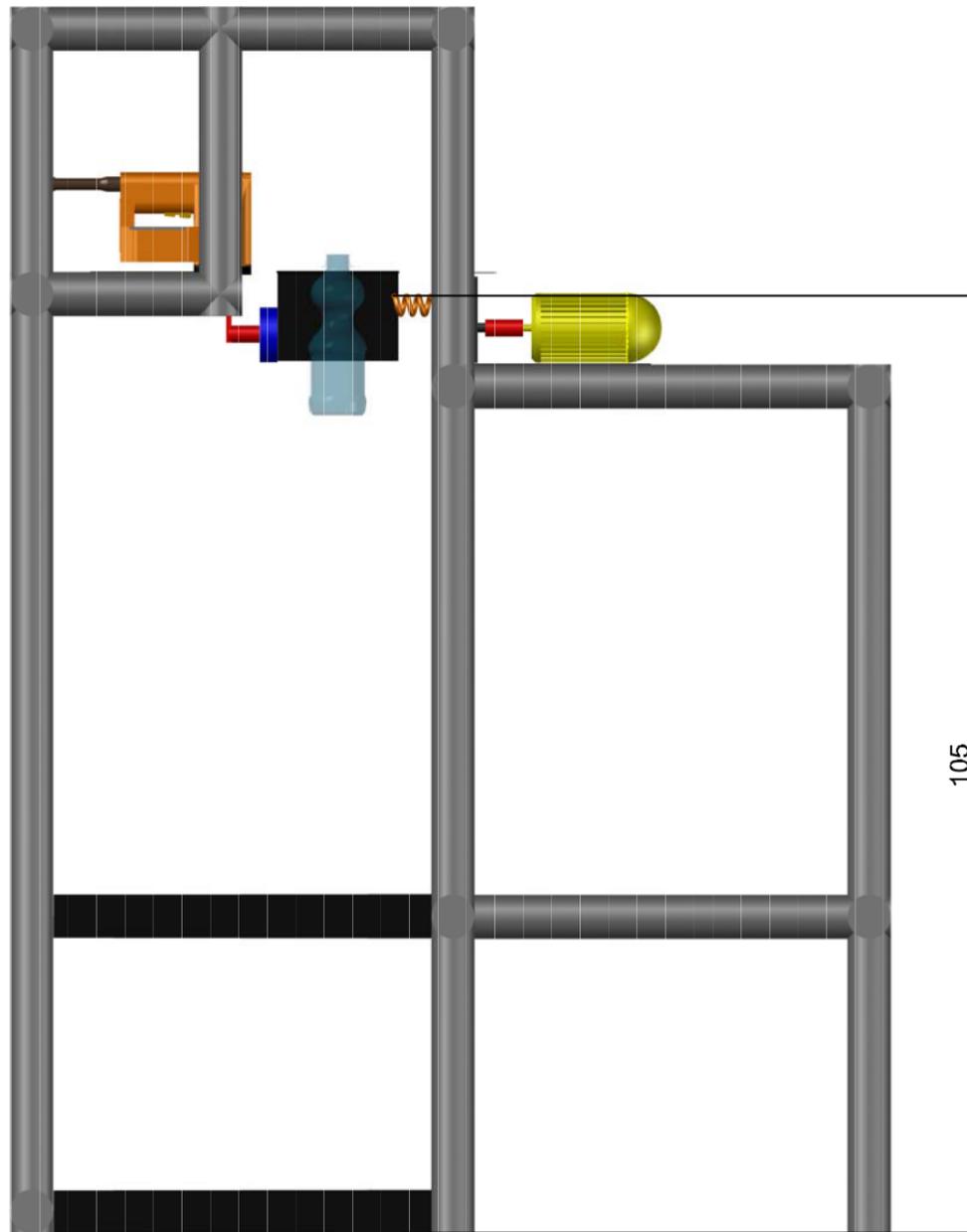
ANEXO N 9: VISTA FRONTAL DEL SISTEMA MECÁNICO	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm ESCALA 1:1,3
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



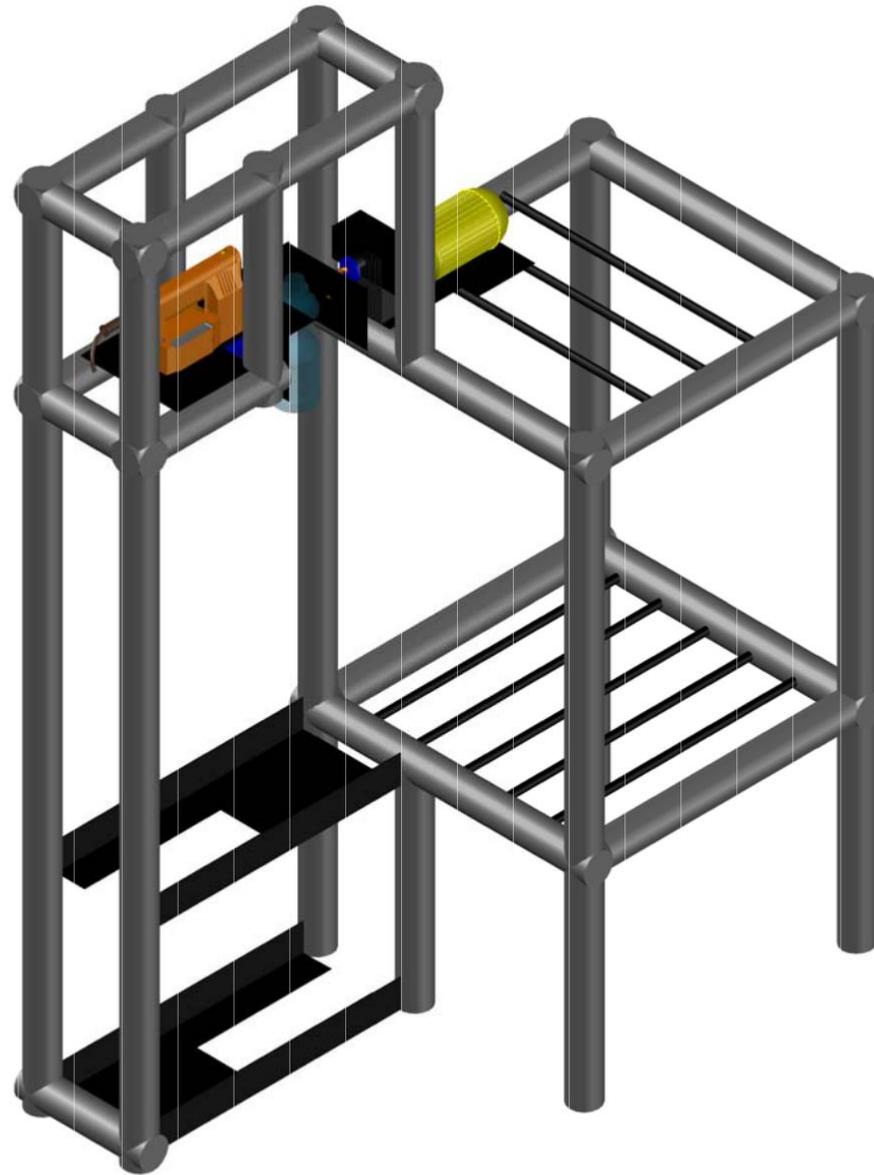
ANEXO N 10: VISTA SUPERIOR DEL SISTEMA MECÁNICO	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



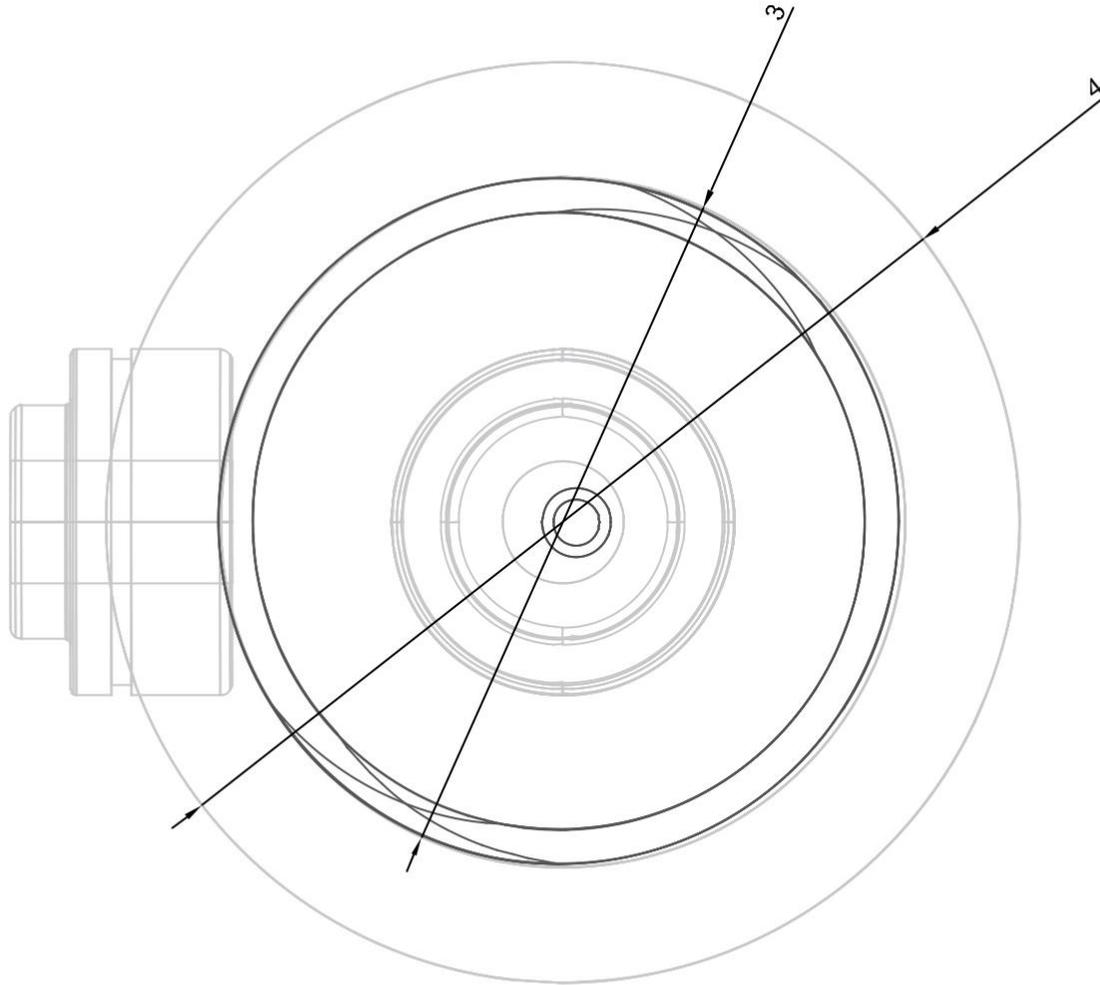
ANEXO N 11: VISTA ISOMÉTRICA SE DEL SISTEMA MECÁNICO	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



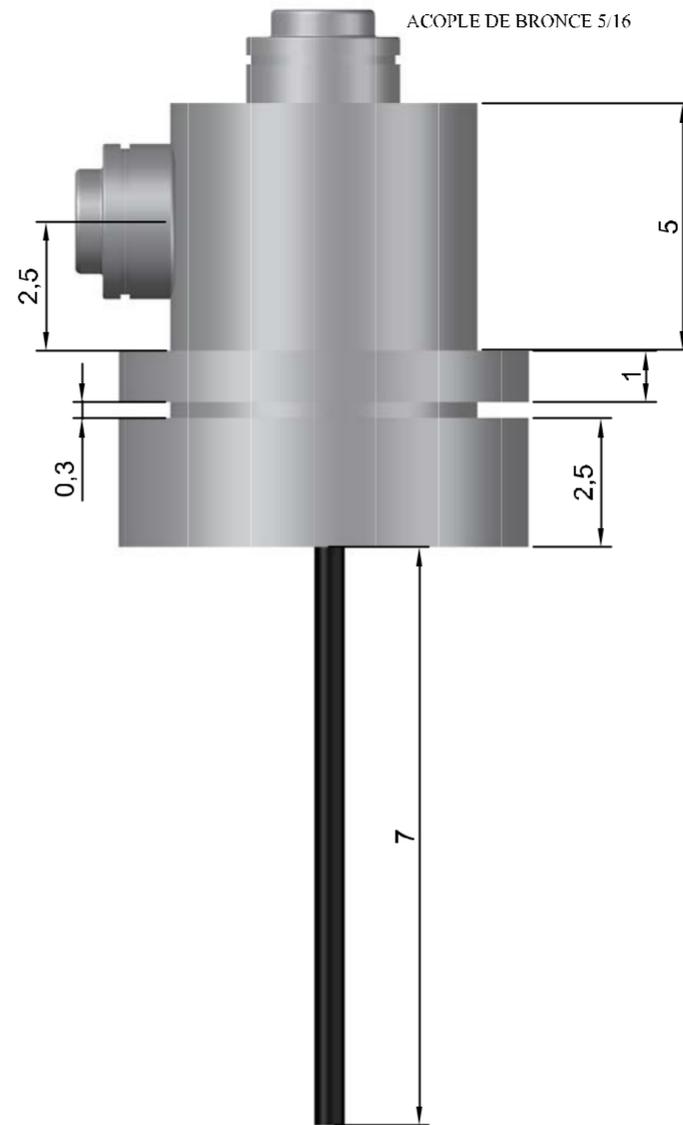
ANEXO N° 12: VISTA LATERAL DERECHA DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA CON EL SISTEMA MECÁNICO	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



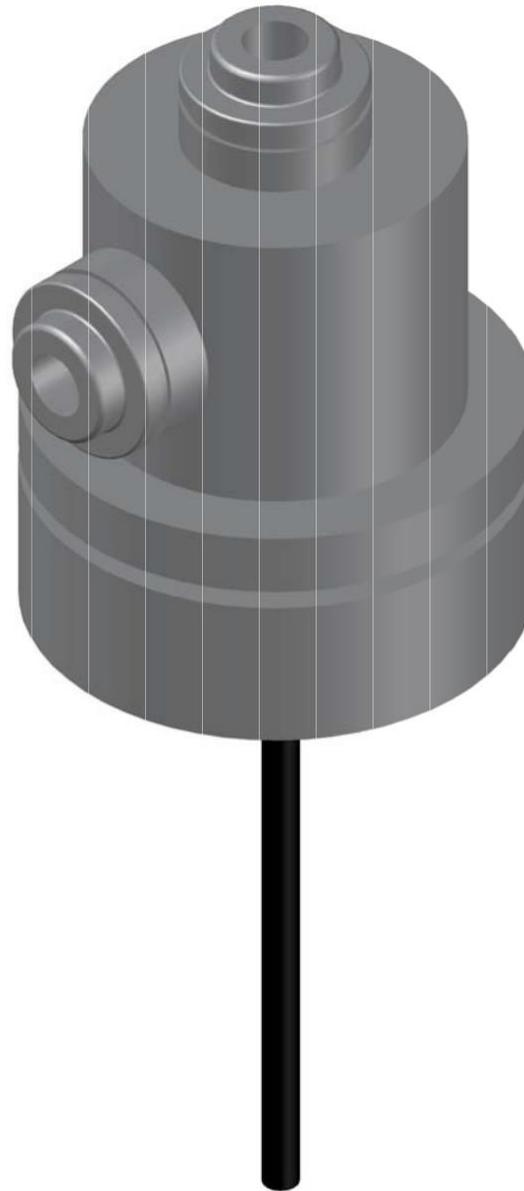
ANEXO N 13: VISTA ISOMÉTRICA SE DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA CON EL SISTEMA MECÁNICO	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES	UNIDAD DE MEDIDA: cm	ESCALA 1:10
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



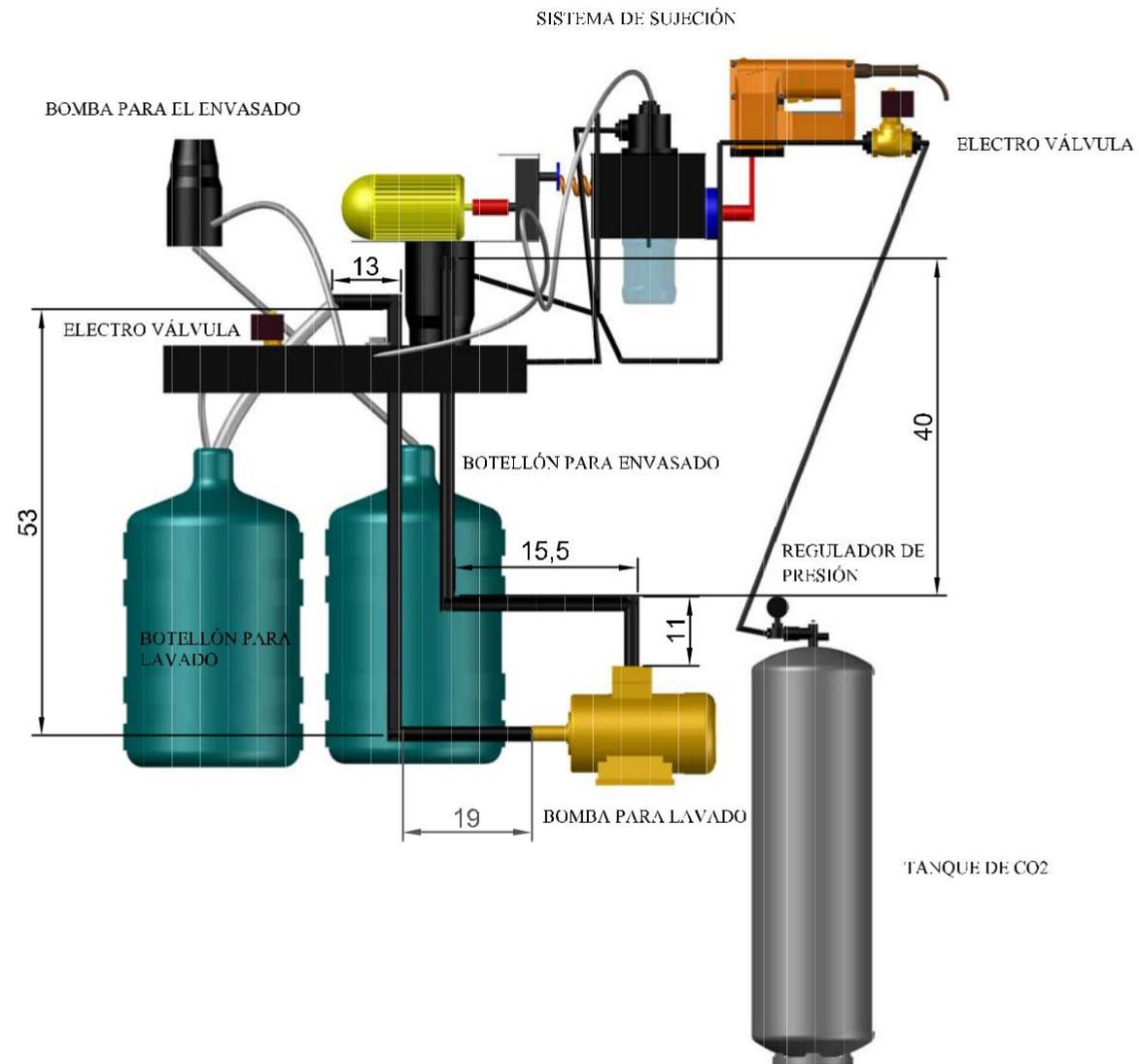
ANEXO N 14: VISTA SUPERIOR DEL SISTEMA DE SUJECIÓN	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



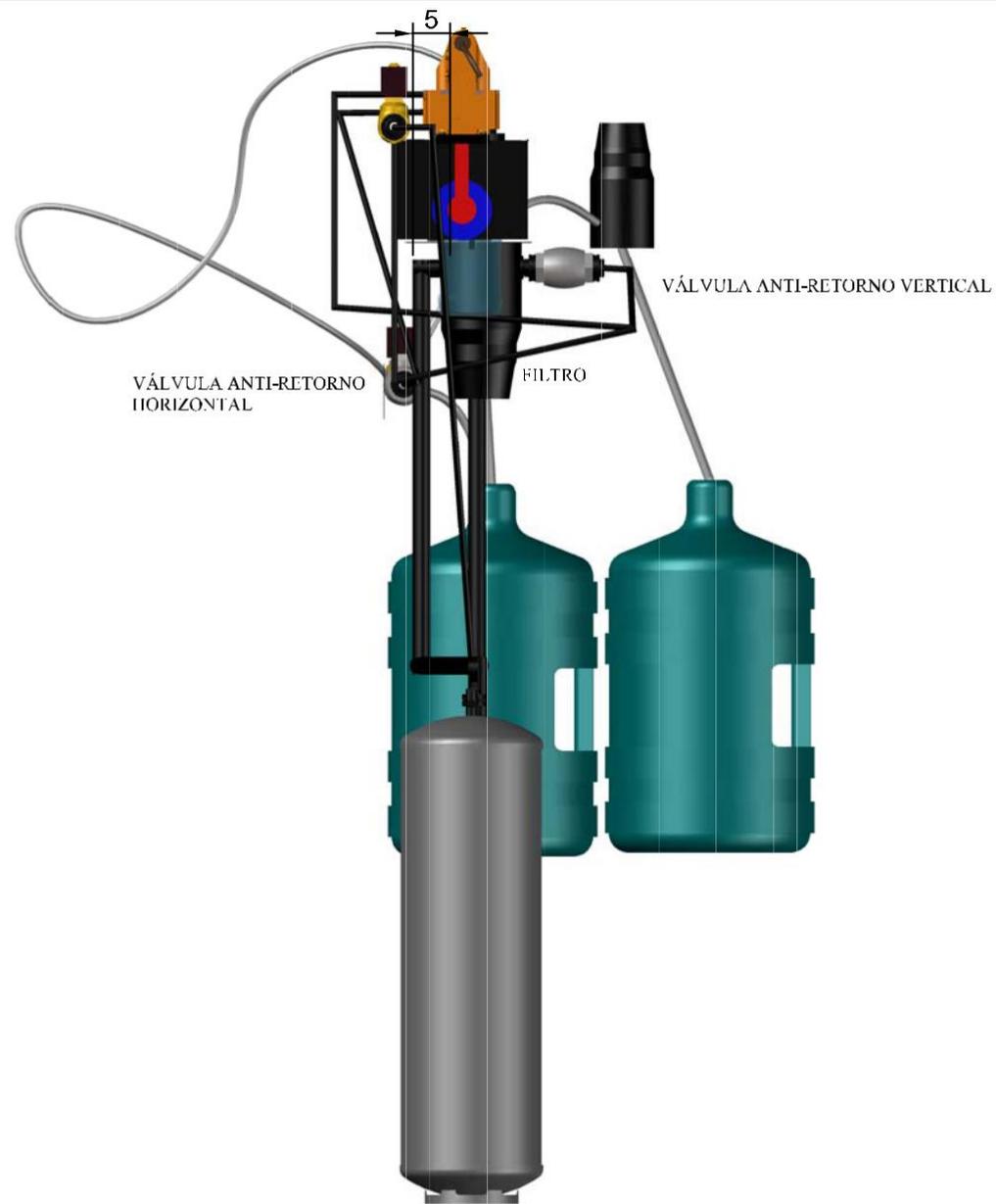
ANEXO N° 15: VISTA FRONTAL DEL SISTEMA DE SUJECCIÓN	1 REV	EMISIÓN DETALLE	01/02/2021 FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES	UNIDAD DE MEDIDA: cm	ESCALA 1:2,3
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



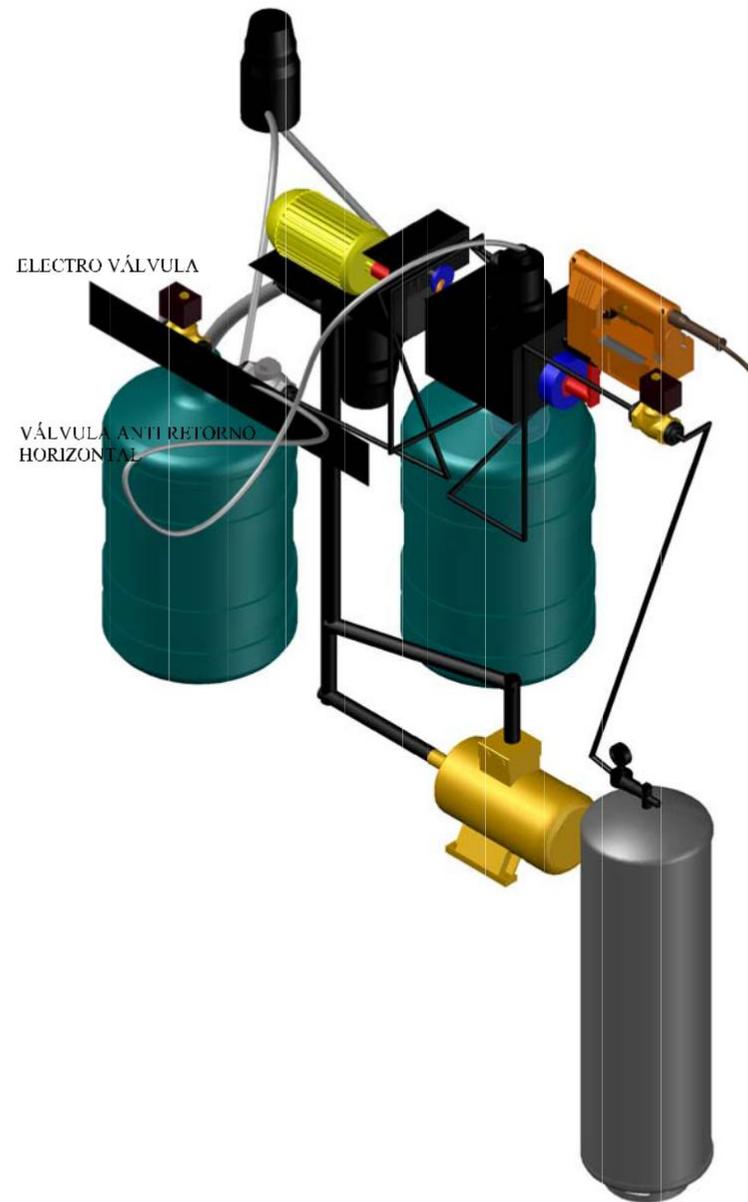
ANEXO N 16: VISTA ISOMÉTRICA SO DEL SISTEMA DE SUJECIÓN	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



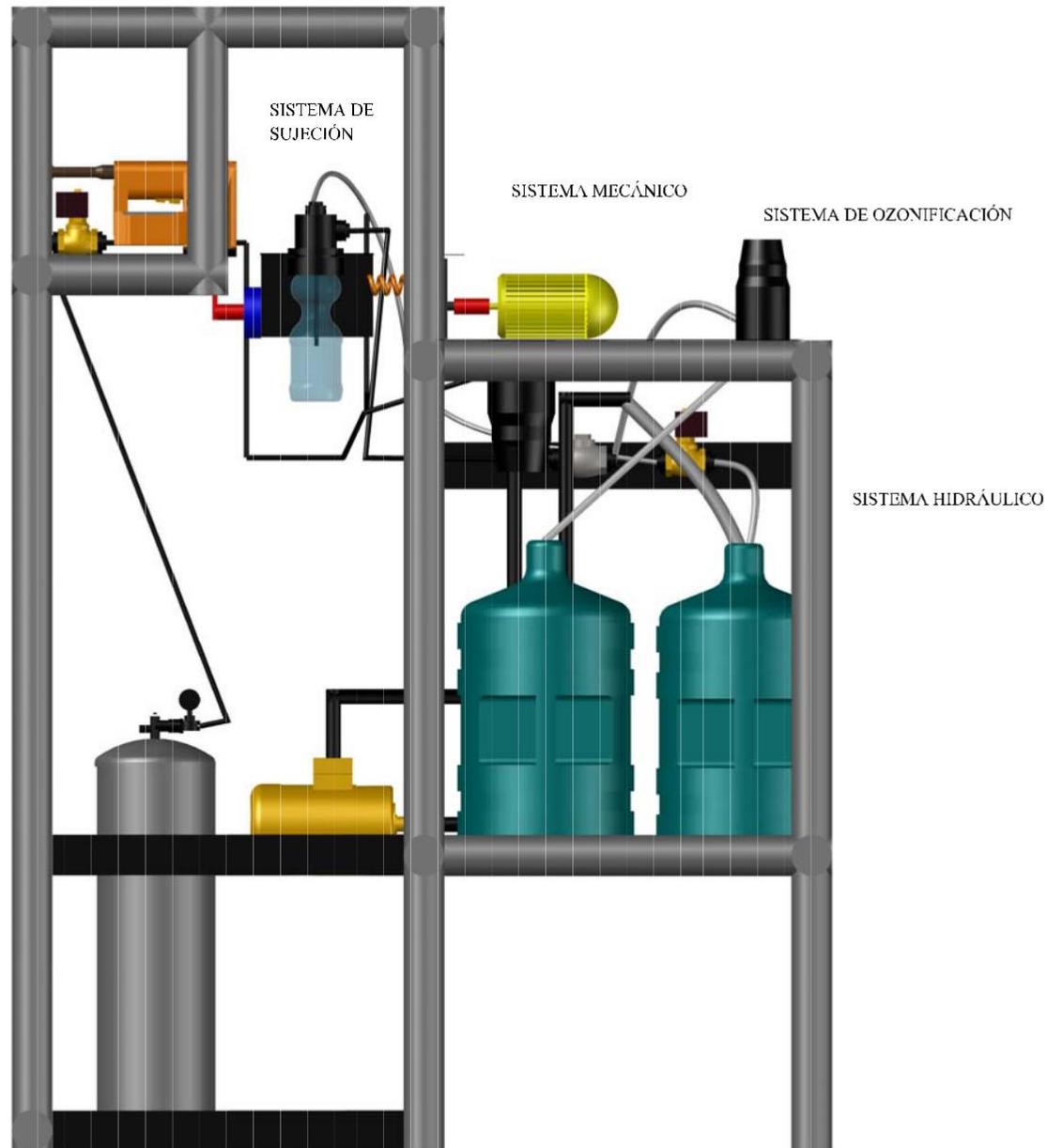
ANEXO N 17: VISTA LATERAL IZQUIERDA DEL SISTEMA HIDRÁULICO	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



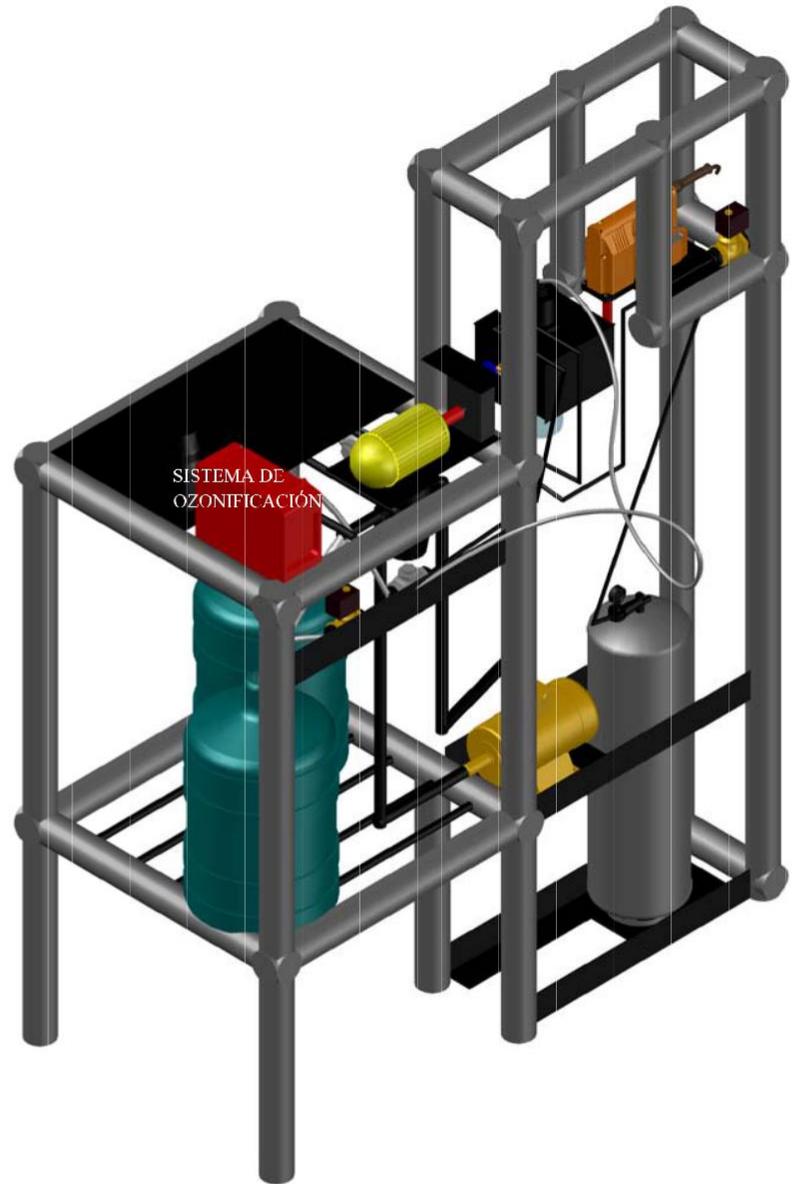
ANEXO N 18: VISTA FRONTAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REGISTRO DE REVISIONES	UNIDAD DE MEDIDA: cm	ESCALA 1:10
	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



ANEXO N° 19: VISTA ISOMÉTRICA SO DEL SISTEMA HIDRÁULICO	△ 1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		

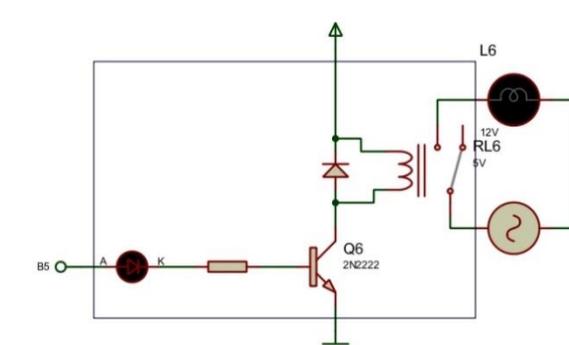
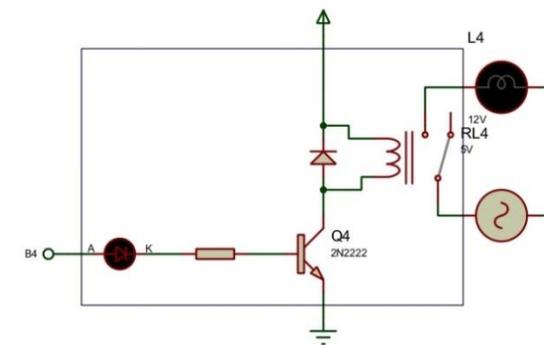
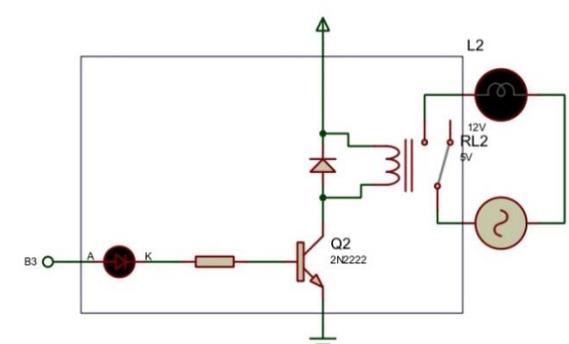
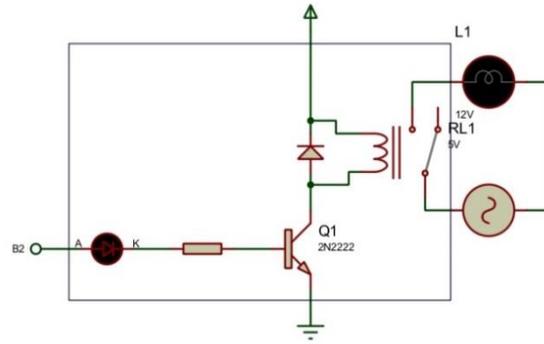
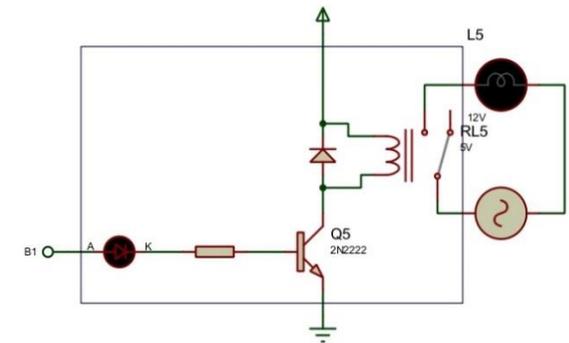
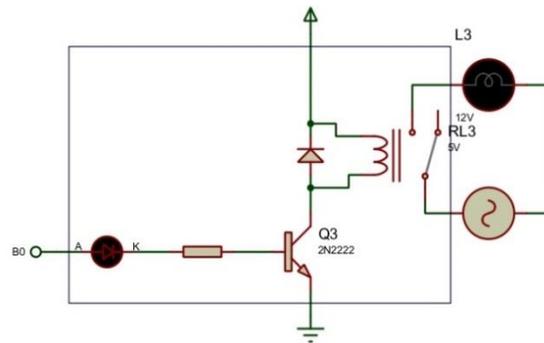
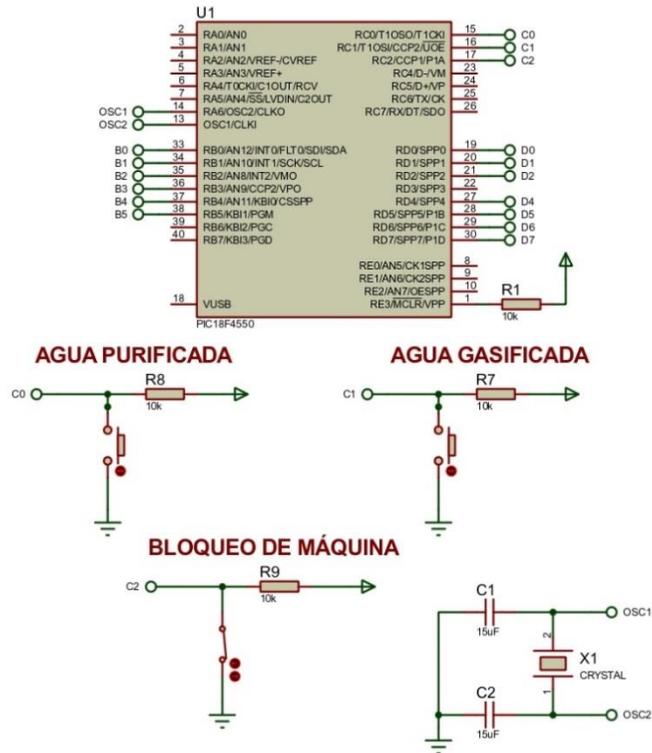


ANEXO N 20: VISTA LATERAL DERECHA DE LA ESTRUCTURA CON EL SISTEMA HIDRÁULICO Y MECÁNICO	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



ANEXO N 21: VISTA ISOMÉTRICA NO DE LA ESTRUCTURA CON EL SISTEMA HIDRÁULICO Y MECÁNICO	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		

# ANEXO 22



## ANEXO 23

<b>LISTA DE CHEQUEO: VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE SISTEMAS INDIVIDUALES</b>	
Sistemas Inspeccionados: Mecánico <input checked="" type="checkbox"/> Hidráulico <input checked="" type="checkbox"/> Eléctrico <input checked="" type="checkbox"/> Electrónico <input checked="" type="checkbox"/>	Fecha: 2020/02/17 Inspector: Autores

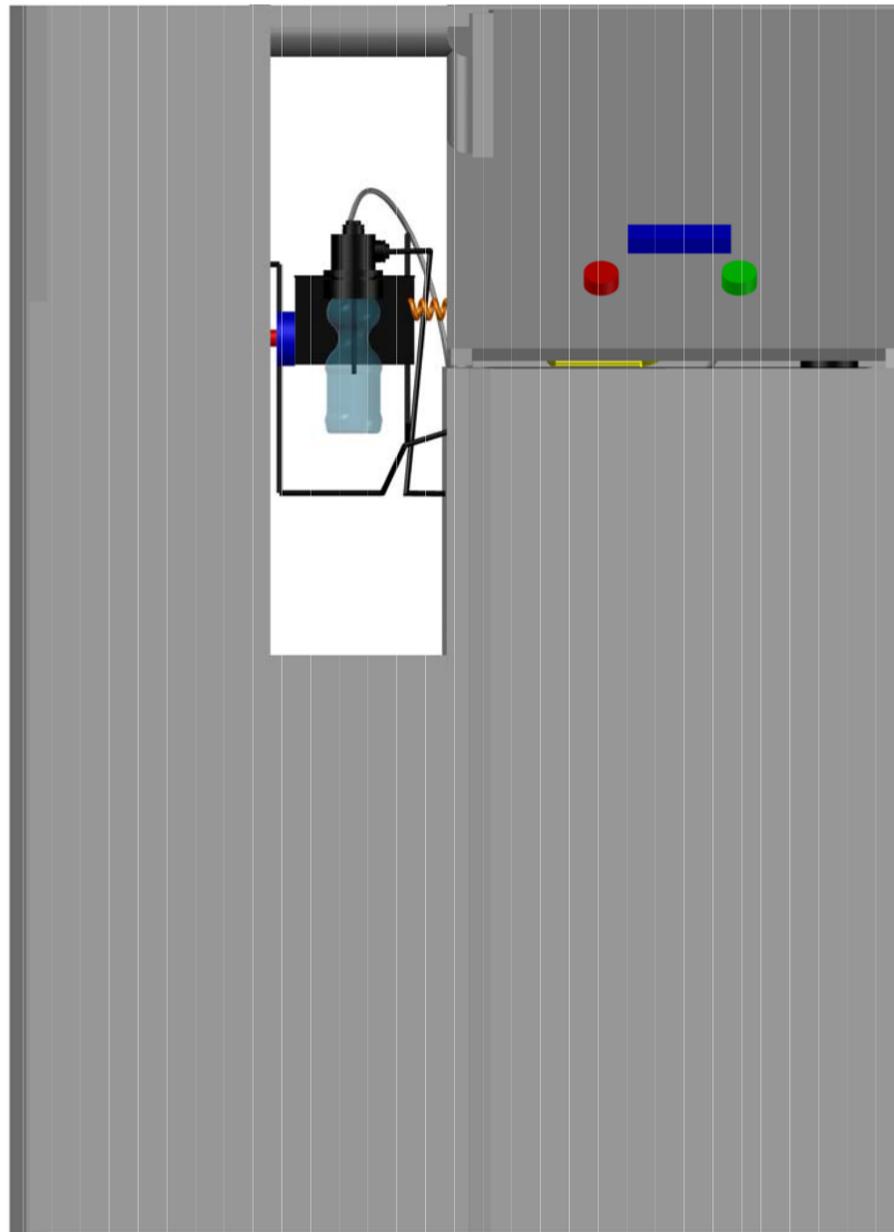
<b>Sistema Mecánico</b>	
¿Los componentes usados funcionan correctamente?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
¿Los componentes se encuentran bien sujetos?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
¿Existen interferencias con los otros sistemas al ser añadido a la máquina?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
¿Existe riesgo de mojarse algún componente mecánico?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
¿Puede ser añadido este sistema a la máquina?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

<b>Sistema Hidráulico</b>	
¿Los componentes usados no presentan fugas?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
¿Los componentes se encuentran bien sujetos?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
¿Existen interferencias con los otros sistemas al ser añadido a la máquina?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
¿Existe riesgo de convertirse en conductor eléctrico algún componente hidráulico?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
¿Puede ser añadido este sistema a la máquina?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

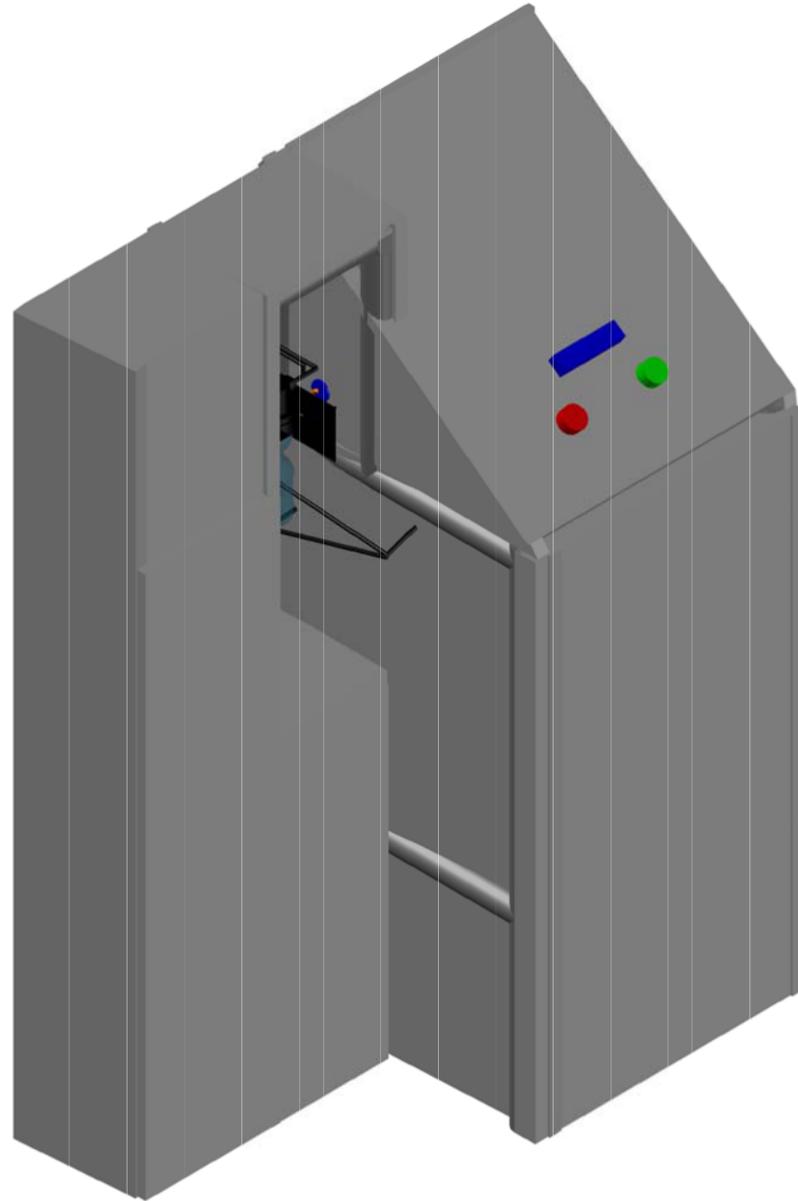
<b>Sistema Eléctrico</b>	
¿Los componentes usados funcionan correctamente y cuentan con protecciones?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
¿Los componentes se encuentran bien sujetos y aislados?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
¿Existen interferencias con los otros sistemas al ser añadidos a la máquina?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
¿Existe riesgo de mojarse algún componente eléctrico?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
¿Puede ser añadido este sistema a la máquina?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

<b>Sistema Electrónico</b>	
¿Los componentes usados funcionan correctamente y cuentan con protecciones?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
¿Los componentes cuentan con una alimentación adecuada?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
¿Existen interferencias con los otros sistemas al ser añadidos a la máquina?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
¿Existe riesgo de mojarse algún componente electrónico?	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
¿Puede ser añadido este sistema a la máquina?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

<b>Observaciones</b>	



ANEXO N 24: VISTA FRONTAL DEL DISEÑO FINAL DE LA MÁQUINA	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
	REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		



ANEXO N° 25: VISTA ISOMÉTRICA SE DEL DISEÑO FINAL DE LA MÁQUINA	1	EMISIÓN	01/02/2021
	REV	DETALLE	FECHA
REGISTRO DE REVISIONES		UNIDAD DE MEDIDA: cm	ESCALA 1:10
REALIZADO POR: LEANDRO PAREDES, JONATHAN YÁNEZ	REVISADO POR: ING. FREDDY QUINCHIMBLA		

**ANEXO 26**

<b>PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA</b>				
<b>Recursos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor Total</b>
<b>MATERIALES E INSUMOS</b>	Tanque	1	\$ 100,00	\$ 100,00
	Regulador de Presión	1	\$ 40,00	\$ 40,00
	Bomba Lavado	1	\$ 60,00	\$ 60,00
	Bomba de envasado	1	\$ 10,00	\$ 10,00
	Reductor	1	\$ 30,00	\$ 30,00
	Motor	1	\$ 30,00	\$ 30,00
	Electroválvulas	2	\$ 5,00	\$ 10,00
	Válvulas antirretorno	2	\$ 6,00	\$ 12,00
	Aluminio	1	\$ 5,00	\$ 5,00
	Tallado Rosca Interna	1	\$ 20,00	\$ 20,00
	Caladora	1	\$ 20,00	\$ 20,00
	Filtro	1	\$ 12,00	\$ 12,00
	Base Acero Inoxidable	1	\$ 15,00	\$ 15,00
	Unión	1	\$ 0,80	\$ 0,80
	Neplos	1	\$ 15,00	\$ 15,00
	Acoples	1	\$ 8,00	\$ 8,00
	Manguera Negra	1	\$ 10,00	\$ 10,00
	Manguera de Gas	1	\$ 3,00	\$ 3,00
	Manguera Transparente	1	\$ 1,80	\$ 1,80
	Ozonificador	1	\$ 100,00	\$ 100,00
	Botellones	2	\$ 5,00	\$ 10,00
	Tubo PVC	1	\$ 3,00	\$ 3,00
	Codos-Uniones	1	\$ 6,40	\$ 6,40
	Acoples para el Filtro	2	\$ 0,80	\$ 1,60
	Acoples para bomba de lavado	2	\$ 1,50	\$ 3,00
	Tubo para la estructura	1	\$ 50,00	\$ 50,00
	Varilla	1	\$ 5,00	\$ 5,00

	Patas	1	\$ 4,20	\$ 4,20
	Ángulos	1	\$ 5,00	\$ 5,00
	Pega para tubo	1	\$ 1,50	\$ 1,50
	Electrodos	1	\$ 7,50	\$ 7,50
	Pernos	1	\$ 5,00	\$ 5,00
	Abrazaderas	1	\$ 5,00	\$ 5,00
	Correas	1	\$ 2,00	\$ 2,00
	Borneras	1	\$ 2,50	\$ 2,50
	Placa PCB	1	\$ 6,00	\$ 6,00
	Microntrolador PIC	1	\$ 6,90	\$ 6,90
	Módulos Relé	6	\$ 2,25	\$ 13,50
	Cables Jumper	40	\$ 0,10	\$ 4,00
	Resistencias Cerámicos 10K	4	\$ 0,12	\$ 0,48
	Cristal 20MHz	1	\$ 0,60	\$ 0,60
	Borneras, Zócalos para PCB	1	\$ 2,00	\$ 2,00
	Condensadores Cerámicos	2	\$ 0,15	\$ 0,30
	Barra Universal de Conexión	2	\$ 2,50	\$ 5,00
	Recubrimiento de Máquina	1	\$ 170,00	\$ 170,00
	Cable flexible #16 (5m)	1	\$ 3,00	\$ 3,00
	Porta fusible en roscable	2	\$ 0,60	\$ 1,20
	Fusible	2	\$ 0,50	\$ 1,00
	Pantalla LCD 16x2	1	\$ 5,50	\$ 5,50
	Botón Pulsador eléctrico	2	\$ 0,60	\$ 1,20
	Sensor Fin de Carrera	1	\$ 100,00	\$ 100,00
	Rollo De Estaño	1	\$ 4,90	\$ 4,90
<b>EQUIPOS</b>	Amoladora	1	\$ 69,00	\$ 69,00
	Taladro	1	\$ 45,00	\$ 45,00
	Remachadora	1	\$ 26,00	\$ 26,00

	Suelda Eléctrica	1	\$ 245,00	\$ 245,00
	Juego De Herramientas	1	\$ 120,00	\$ 120,00
<b>RECURSOS HUMANOS</b>	Construcción	2	\$ 290,32	\$ 580,64
	Investigación/Diseño	2	\$ 225,84	\$ 451,68
<b>TRANSPORTE Y SALIDA DE CAMPO</b>	Transporte	2	\$ 10,00	\$ 20,00
	Alimentación	2	\$ 40,00	\$ 80,00
<b>MATERIALES BIBLIOGRÁFICOS</b>	Fotocopias	50	\$ 0,03	\$ 1,50
	Impresiones	150	\$ 0,10	\$ 5,00
	Papelería	1	\$ 20,00	\$ 20,00
	Anillado	1	\$ 5,00	\$ 5,00
<b>GASTOS VARIOS</b>	Resma De Papel Bon	1	\$ 3,50	\$ 3,50
	Energía Eléctrica	320	\$ 0,10	\$ 32,00
	Internet	320	\$ 0,50	\$ 160,00
Subtotal				\$ 2.814,20
10%				\$ 281,42
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 3.095,62</b>