

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES**

**UCC – SEDE MANAGUA**



**COORDINACIÓN DE CARRERA**

**Culminación de Pensum**

**Proyecto de Graduación para optar al título de grado en  
Ingeniería Industrial**

**DISEÑO DE UNA LÍNEA DE ENVASADO DE AGUA PURIFICADA  
EN LA CIUDAD DE RIVAS DURANTE EL II SEMESTRE DEL 2024**

ELABORADO POR:

Br. Jose Joaquín Alvarado Berrios

Br. Denis Josue Zavala Romero

Br. René Josué Castillo Ramírez.

**TUTOR TÉCNICO:** Msc. José María Silva Guzmán

**TUTOR METODOLÓGICO:** Msc. José María Silva Guzmán

MANAGUA, DICIEMBRE 2024

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES  
UCC – SEDE MANAGUA



COORDINACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
Curso de Culminación de Estudio para optar al título de Licenciado en  
Ingeniería Industrial.

**AVAL DEL TUTOR**

Yo, **Msc. José María Silva Guzmán** tengo a bien

**CERTIFICAR**

**Que:** El Proyecto de Investigación con el título: “**Diseño de una línea de envasado de agua purificada en la ciudad de Rivas en el II semestre del 2024**”, elaborado por el estudiante: **Br. Jose Joaquín Alvarado** ha sido dirigida por el suscrito.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del trabajo monográfico, doy fe de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Firmo el presente aval en la Universidad de Ciencias Comerciales a los nueve días del mes de junio del año dos mil veinticuatro.

---

---

**Ms. José María Silva Guzmán**  
**Tutor Técnico**

**Ms. José María Silva Guzmán**  
**Tutor Metodológico**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	6
ABSTRACT .....	8
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Antecedentes y Contexto del Problema.....</b>	<b>3</b>
1.1.1. Antecedente Internacional .....	3
1.1.2. Antecedente Centroamericano .....	6
1.1.3. Antecedente Nacional .....	9
<b>1.2. Objetivos del Proyecto .....</b>	<b>11</b>
1.2.1. General .....	11
1.2.2. Específicos .....	11
<b>1.3. Descripción del Problema y Preguntas de Investigación .....</b>	<b>12</b>
1.3.1. Preguntas de investigación .....	12
<b>1.4. Justificación.....</b>	<b>13</b>
<b>1.5. Alcance y limitaciones del Proyecto .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO II.- MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Teorías y conceptualizaciones asumidas (Marco conceptual e histórico).....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. Marco legal.....</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO III.- DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1. Tipo de Investigación y Proyecto .....</b>	<b>24</b>
3.1.1. Tipo de Investigación .....	24
3.1.2. Tipo de Proyecto .....	26
<b>3.2. Unidades de análisis (Población/Muestra/Muestreo).....</b>	<b>26</b>
3.2.1. Población, Muestra y Muestreo .....	26
3.2.2. Tamaño de la Muestra .....	27
3.2.3. Selección de Sujetos de Muestreo .....	27
3.2.4. Métodos e instrumentos de recolección de datos .....	27
<b>CAPÍTULO IV.- ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>

<b>4.1. Requerimientos técnicos del proceso .....</b>	<b>29</b>
<b>4.2. Diseño del proceso de producción .....</b>	<b>48</b>
<b>4.3. Estudio económico del proyecto.....</b>	<b>58</b>
<b>CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>69</b>
<b>CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES .....</b>	<b>71</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>74</b>

## RESUMEN

El proyecto "Diseño de una línea de envasado de agua purificada en la ciudad de Rivas durante el II semestre del 2024" tiene como objetivo principal diseñar un sistema eficiente y sostenible para producir y distribuir agua potable en botellones de 5 galones. Este diseño considera aspectos técnicos, económicos y ambientales, respondiendo a la creciente demanda de agua embotellada de calidad en la región.

El proceso incluye etapas clave como la extracción, filtración, purificación y envasado del agua, utilizando tecnologías como la ósmosis inversa y la desinfección por luz ultravioleta, que aseguran altos estándares de calidad. Además, se diseñó un flujo de trabajo optimizado mediante diagramas de procesos e instrumentación (P&ID), maximizando la eficiencia productiva. Se proyecta una capacidad de producción diaria de 2,000 botellones, suficiente para abastecer a 15,000 hogares en la región.

Desde una perspectiva económica, el análisis financiero muestra un costo unitario de producción de C\$32.50 y un precio de venta de C\$55.00 por botellón, lo que genera un margen de contribución de C\$22.50. Con una inversión inicial de C\$3,500,000, el punto de equilibrio se alcanzará en 15 meses, lo que evidencia la viabilidad económica del proyecto. Además, se propone un enfoque de sostenibilidad mediante el uso de envases reutilizables y sistemas de ahorro energético, reduciendo el impacto ambiental.

El proyecto también incluye un análisis de los requisitos legales y normativos nacionales para garantizar el cumplimiento de estándares sanitarios y regulatorios. Asimismo, se contempla la generación de empleo directo e indirecto en la región, promoviendo el desarrollo social y económico.

Finalmente, se identifican futuras líneas de investigación, como la automatización de procesos, la expansión a nuevos mercados y la mejora continua del sistema

productivo. Este proyecto no solo busca satisfacer las necesidades actuales de la población, sino también establecer una base sólida para el crecimiento sostenible de la industria de agua embotellada en Nicaragua.

Palabras claves:

Diseño de planta, agua purificada, envasado de agua, ósmosis inversa, sostenibilidad, análisis financiero, punto de equilibrio, automatización, normativas sanitarias, impacto ambiental, generación de empleo, producción eficiente.

## **ABSTRACT**

The project "Design of a Purified Water Bottling Line in the City of Rivas during the Second Semester of 2024" aims to design an efficient and sustainable system to produce and distribute potable water in 5-gallon containers. This design addresses technical, economic, and environmental aspects, responding to the growing demand for high-quality bottled water in the region.

The process involves key stages such as water extraction, filtration, purification, and bottling, utilizing technologies like reverse osmosis and ultraviolet disinfection to ensure high-quality standards. Additionally, an optimized workflow was developed using process and instrumentation diagrams (P&ID) to maximize production efficiency. The projected daily production capacity is 2,000 containers, sufficient to supply 15,000 households in the region.

From an economic perspective, the financial analysis reveals a unit production cost of C\$32.50 and a selling price of C\$55.00 per container, yielding a contribution margin of C\$22.50. With an initial investment of C\$3,500,000, the break-even point is expected within 15 months, demonstrating the project's economic feasibility. A sustainability approach is also proposed, including reusable containers and energy-saving systems, reducing environmental impact.

The project incorporates an analysis of national legal and regulatory requirements to ensure compliance with health and safety standards. Furthermore, it envisions the creation of direct and indirect employment in the region, fostering social and economic development.

Finally, future research lines are identified, such as process automation, market expansion, and continuous improvement of the production system. This project not only seeks to meet the current needs of the population but also aims to establish a solid foundation for the sustainable growth of the bottled water industry in Nicaragua.

**Keywords:**

Plant design, purified water, water bottling, reverse osmosis, sustainability, financial analysis, break-even point, automation, health regulations, environmental impact, job creation, efficient production.

## **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo de graduación tiene como objetivo principal el diseño de una línea de envasado de agua purificada en la ciudad de Rivas durante el segundo semestre del año 2024. Este proyecto surge en respuesta a la creciente demanda de agua potable de calidad en la región y a la necesidad de establecer procesos eficientes y sostenibles para satisfacer dicha demanda. En Nicaragua, el acceso a agua purificada se ha convertido en un tema prioritario debido al aumento del consumo y la preferencia de la población por productos embotellados que garanticen calidad y seguridad para la salud.

El diseño de una línea de envasado de agua implica una serie de consideraciones técnicas, económicas y legales que se abordan en este trabajo. En primer lugar, se realiza un análisis de los requerimientos técnicos del proceso, que incluyen etapas como la filtración, purificación y envasado. Estas fases se complementan con la selección de equipos específicos que cumplen con los estándares internacionales de calidad y garantizan la inocuidad del producto final. Además, se incluye un estudio económico que evalúa la factibilidad financiera del proyecto mediante herramientas como el cálculo del punto de equilibrio y el análisis de costos de inversión y operación.

Otro aspecto fundamental de esta investigación es el diseño del proceso de producción. Este contempla un flujo de trabajo optimizado que maximiza la eficiencia y reduce los tiempos de operación. Para ello, se elaboran diagramas de procesos e instrumentación (P&ID), los cuales proporcionan una visión detallada de las interacciones entre los componentes del sistema. Asimismo, se considera el diseño sanitario y la distribución de la planta, asegurando que las instalaciones cumplan con los requisitos legales y de salubridad establecidos por las autoridades nacionales.

El proyecto también tiene un enfoque en la sostenibilidad. La implementación de prácticas responsables, como el uso de materiales reciclables y la reducción de residuos, es clave para minimizar el impacto ambiental. Estas iniciativas no solo responden a las exigencias del mercado, sino que también fortalecen la imagen corporativa de la empresa al alinearse con las expectativas de los consumidores modernos, cada vez más conscientes del cuidado del medio ambiente.

Finalmente, este proyecto busca sentar las bases para futuras líneas de investigación y expansión, con el objetivo de optimizar continuamente los procesos y adaptarse a las dinámicas del mercado. Los resultados esperados de esta investigación no solo beneficiarán a los inversionistas, sino que también contribuirán al desarrollo económico y social de la región de Rivas, generando empleo y promoviendo el acceso a agua potable de alta calidad.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

### **1.1. Antecedentes y Contexto del Problema**

Como señala Sampieri (2018), para tal profundización es necesario revisar estudios, investigaciones y trabajos anteriores, especialmente si uno no es experto en el tema.

#### **1.1.1. Antecedente Internacional**

En el ámbito internacional, se encuentra la tesis de López et al. (2019) titulado “Diseño de un sistema de purificación de agua para satisfacer la demanda de agua osmotizada de la línea de producción de una empresa de fabricación de productos de consumo masivo” en la ciudad de Callao, Perú.

La investigación que se realizó es del tipo tecnológica y aplicada. Se encuentra dentro de la línea de investigación de proyectos industriales, con el que se pretendió resolver la demanda de agua osmotizada de la línea de producción de una empresa de fabricación de productos de consumo masivo a través de una planta de purificación de agua osmotizada. El objetivo general que se plantean es “Diseñar un sistema de purificación de agua para satisfacer la demanda de agua osmotizada de la línea de producción de una empresa de fabricación de productos de consumo masivo.”

Para lo cual a través de la metodología alemana estándar de diseño del VDI 2221, se determinó luego de comparar diferentes alternativas, la opción que cumpla con las mínimas exigencias técnicas y económicas. Después obtuvieron datos acerca del consumo de agua de las líneas de producción. Con estos datos se determinaron el caudal y conductividad del agua producida por la planta. Luego se seleccionaron los equipos de purificación a través de programas especializados de selección.

Después se determinó las características de los tanques de almacenamiento. Luego se realizó el cálculo hidráulico donde se obtuvieron el recorrido de las tuberías y capacidades de las bombas de agua. El resultado es el diseño de un sistema de purificación de agua osmotizada que satisface con la demanda de agua de la línea de producción. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones respecto al resultado obtenido, además de adjuntar en los anexos las fichas técnicas de los equipos seleccionados.

Los autores se realizan la siguiente pregunta: ¿Cómo un sistema de purificación de agua satisface la demanda de agua osmotizada de la línea de producción de una empresa de fabricación de productos de consumo masivo?

El tipo de técnica que se empleara en nuestra investigación es documental ya que recopilamos evidencias de registros para la comprobación de nuestra solución al problema de abastecimiento de agua osmotizada en la línea de producción de la empresa de fabricación de productos de consumo masivo además es empírica ya que se usara la observación para recolectar datos. (Espinoza Montes, 2010)  
Observación: Visitas a la planta donde se estableció el lugar donde se ubicarán los equipos del sistema de purificación. Mediciones: Medidas del lugar donde se ubicarán los equipos y el recorrido del sistema de tuberías. Documental: Información acerca de los requisitos del agua en caudal y características. Información acerca del tipo de agua a tratar.

Las conclusiones de esta investigación son las siguientes:

- Se diseñó un sistema de purificación de agua que tiene un caudal de diseño de 55 gpm y una conductividad de diseño de 18  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . cumpliendo así con el requerimiento de agua osmotizada de la línea de producción de una empresa de fabricación de productos de consumo masivo.
- Se seleccionó un equipo de osmosis inversa de la marca Suez modelo E8-57K DLX y un pretratamiento a base de 6 membranas de ultrafiltración de fibra hueca para poder obtener agua osmotizada de baja conductividad.
- Se determinó que las tuberías para el transporte de agua son de PVC cédula 80, los recorridos se representan en los planos que se encuentran en el anexo.
- Se seleccionaron bombas de eje vertical multietapa, 2 bombas con 16.35 m<sup>3</sup>/h de capacidad para el transporte del agua desde el pozo hasta el tanque de agua ultrafiltrada, 2 bombas de 13.63 m<sup>3</sup>/h de capacidad para el transporte de agua osmotizada, 1 bomba de 54 m<sup>3</sup>/h para el retrolavado de membranas y una bomba de 20.5 m<sup>3</sup>/h gpm para tratamiento químico.
- Se seleccionaron tanques PVC de la marca Eternit de 2.5 y 25 m<sup>3</sup> de capacidad para el almacenamiento de agua ultrafiltrada y osmotizada respectivamente, garantizando así la inocuidad en el almacenamiento de agua.

### **1.1.2. Antecedente Centroamericano**

En el ámbito centroamericano, Vargas (2019) presentó la siguiente tesis “*Diseño de un Sistema de Gestión Integrado de logística para el despacho de producto terminado en una planta de envasado y distribución de bebidas no carbonatadas.*” Maestría thesis, Universidad de San Carlos de Guatemala.

La investigación se desarrolló en las actividades operacionales de una industria envasadora y distribuidora de bebidas no carbonatadas segmentada al mercado infantil. El objetivo de este trabajo fue “diseñar un Sistema de Gestión Integrado de logística para el despacho de producto terminado en una planta de envasado y distribución de bebidas no carbonatadas, reducción del tiempo de demora y reducir al menos Q75,000 por costos de demora”.

Se seleccionó un tipo de estudio descriptivo, porque se cuenta con la información necesaria en el manual de procedimientos donde se describe su alcance. Además, se tiene el reporte diario de los inventarios de producto terminado, producciones y cierre de órdenes de pedido. Transversal porque el estudio de investigación está delimitado en tiempo, existe una fecha de inicio y fin del proyecto.

En la investigación se realizó la recolección de datos, el análisis de los mismos y su posterior discusión de resultados. El trabajo de campo se realizó, mediante fases para determinar las oportunidades y mejoras durante todo el proceso de la cadena de suministros. En las fases fueron utilizadas varias técnicas de investigación e ingeniería logrando los resultados a base de cálculos matemáticos y análisis de los mismos.

El alcance de la investigación abarcó desde la planeación de la demanda hasta el despacho a clientes finales o intermediarios, se contó con información básica para el estudio sobre los reportes de cumplimiento de planificación de la demanda. Se diseñó un sistema de gestión integrado de logística para la aplicación en la operación.

Se mejoró la eficiencia de toda la cadena de suministros gestionando los despachos de producto terminado, según la demanda y lo comprometido en relación a la preventa. La eficiencia del abastecimiento fue incrementada en 13 % por la reducción de 2 días de despacho, la minimización y estandarización de los tiempos de operación de la cadena. Se determinó un inventario óptimo de materia prima, insumos y materiales varios para tener la disponibilidad fabril de los productos ofertados.

Esto permitió tener reacción de despacho, satisfacer la demanda y fortalecer los canales de pre-venta. También se analizó la demanda histórica y se calcularon los pronósticos para el siguiente período (siguiente año), despertando un interés en la Dirección de la empresa en invertir en maquinaria de alta velocidad. Estos equipos de alta velocidad tienen un rendimiento del 250 % sobre las máquinas estándar, lo cual permitirá tener un mayor inventario de producto disponible y abaratar los costos de operación, bajando de Q1.25 a Q0.95 costo por litro producido.

El método realizado en la investigación fue evaluativo, porque se valoraron los resultados del sistema en cuanto a tiempo otorgado a cada XXI proceso de la cadena de abastecimiento, donde se generó la información final para la presentación de resultados.

Como conclusiones se determinó los siguiente:

- Se implementó un sistema de Gestión Integrado de Logística en la cadena de abastecimiento, a través de las herramientas de pronósticos y planificación de la demanda, requerimiento de materiales y gestión de transportes. Se aseguró la continuidad y sostenibilidad de la cobertura de la demanda por medio del cálculo del tiempo estándar de despacho, el cual permitió que se visualizaran los tiempos de respuesta a pedidos emitidos. Se evaluó mediante el indicador del cumplimiento de la demanda y se evidenció la mejora de la implementación teniendo una reducción de tiempo de 16 a 14 días, para cubrir la demanda a través de pedidos emitidos. El costo para la empresa por la demora es de Q180,000.00.
- Se analizó el comportamiento de la cadena de suministros en cuanto a la cobertura de la demanda y tiempos de despachos a diversos clientes. También se verificó la disponibilidad del producto en varios pedidos formando escenarios diferentes, donde, el efecto látigo hace fluctuar a la demanda y a la planificación de la planta, teniendo capacidad instalada para cubrirla. Utilizando la herramienta de sumatoria de factores, se calculó el tiempo óptimo de la cadena de suministros para el despacho de producto terminado, que son 14 días.
- El modelo utilizado para la determinación del tiempo de demora en la cadena de suministros fue la herramienta estadística histograma y el indicador del cumplimiento de la demanda. Este indicador permitió visualizar los 16 días utilizados para el despacho comparado con el TSD calculados que son 14 días. Con el nivel de confianza de 95 % en el despacho de producto terminado, la diferencia entre los días reales utilizados para despachar los pedidos y el TSD, da como resultante 2 días de demora en la gestión de la cadena de suministros.

- La metodología para la reducción del tiempo de demora a través de la línea de investigación de Gestión Integral de Logística fue determinar inicialmente el pronóstico de la demanda para el ciclo en curso. Este pronóstico asciende a 26,012,994 litros equivalente a 5,419,374 cajas (24 unidades c/u) y se comparó contra la capacidad productiva de la planta, teniendo esta un superávit del 12 %. Utilizando la herramienta de la planeación de materiales se hace el balanceo de la cadena de suministros con respecto a la demanda. Se gestionan los materiales para que estén disponibles cuando se haga la planificación de la demanda, enfatizando a los que tienen tiempo de entrega de 3 semanas, luego del requerimiento. La evaluación del rendimiento, a través del indicador de cumplimiento es la fase final de la implementación.

### **1.1.3. Antecedente Nacional**

A nivel nacional, destaca la tesis de Urbina (2013) titulada " Estudio de factibilidad para establecer una planta embotelladora de agua purificada en Estelí, Nicaragua. " para la escuela de agricultura de Zamorano.

Entre los motivos principales para el desarrollo de esta investigación está que actualmente las necesidades de agua potable de Estelí son suplidas mediante 27 pozos activos en el departamento, posee 26,040 conexiones de agua potable y una producción promedio anual de 9, 295,503m<sup>3</sup>, la producción y la calidad del agua varía según la época del año, es por eso que los habitantes adquieren agua embotellada. Algunos estudios realizados indican que la demanda del agua potable ha incrementado en un 56%, se ha registrado que en un periodo de 20 años se duplica el uso del agua para distintos fines, no únicamente para consumo humano. (ENACAL, 2013)

La tendencia en Estelí es la de adquirir el agua en garrafones de 5 galones para suplir las necesidades en una familia y/o empresa, provocando el surgimiento de nuevas empresas en la zona con el objetivo de suplir la demanda. Los mayores consumidores del agua embotellada se encuentran en la zona urbana de la ciudad. (Comunicación verbal, Hernández Maycol, 2013)

La oferta de agua potable y embotellada es insuficiente para un mercado creciente como el de Estelí, es por eso que se han surgidos un gran número de vendedores de agua ambulantes. Los requisitos para entrar al mercado de agua embotellada son mínimos y fáciles de cumplir dando apertura a nuevas empresas y marcas en el mercado. (Comunicación verbal, Rivera Marlon, 2013)

Las conclusiones de esta investigación son las siguientes:

- Se determinó que la planta embotelladora de agua purificada en garrafones de 5 galones es factible con un VAN positivo de \$13,727 un TIR de 29%.
- Se obtuvieron datos sobre el mercado potencial en la ciudad de Estelí-Nicaragua para el agua purificada en garrafones de 5 galones, en el cual, se revela que existe un mercado que puede ser atendido debido a que el 43% de los encuestados están dispuestos a comprar una nueva marca de agua purificada.
- Se obtuvieron datos en el análisis de sensibilidad en el cual, se demuestra que el proyecto solo soporta variaciones del precio del -2% y en el costo variable unitario el 10%.

## **1.2. Objetivos del Proyecto**

### **1.2.1. General**

Diseñar una línea de filtración, purificación y envasado de agua para la evaluación de la prefactibilidad técnica de una empresa productora mediante un estudio técnico-económico en el segundo semestre del 2024.

### **1.2.2. Específicos**

- a) Determinar los requerimientos técnicos del proceso de filtración, purificación y envasado de agua para el diseño de un sistema productivo mediante un planteamiento de un estudio técnico.
- b) Diseñar un sistema de producción y envasado de agua purificada en presentaciones de 5 galones para la evaluación de los costos de implementación mediante un diagrama P&ID (tuberías e instrumentación).
- c) Realizar un estudio económico de la implementación del proyecto para el cálculo del punto de equilibrio mediante un análisis financiero proyectado a 2 años.

### **1.3. Descripción del Problema y Preguntas de Investigación**

En el libro de Sampieri, Metodología de la Investigación (2018), plantear el problema es afinar y estructurar más formalmente la idea de investigación. El paso de la idea al planteamiento del problema puede ser inmediato o bien tardar un tiempo considerable; depende de cuán familiarizado esté el investigador con el tema de su estudio, la complejidad misma de la idea, la existencia de estudios antecedentes, el empeño del investigador y sus habilidades personales.

En la ciudad de Rivas un grupo de inversionistas pretenden conocer la factibilidad de una empresa productora y envasadora de agua. Este proyecto pretende establecer un modelo de producción y envasado de agua embotellada que satisfaga las necesidades de estos inversionistas diseñando una planta ajustada a las necesidades de una pequeña empresa que desea ingresar en este rubro.

#### **1.3.1. Preguntas de investigación**

Según Sampieri (2018), además de definir los objetivos concretos de la investigación, es conveniente plantear, por medio de una o varias preguntas, el problema que se estudiará.

- a) ¿Cuál es el diseño que se ajusta a una capacidad de producción diaria de 2000 botellones de 5 galones?
- b) ¿Cuáles son las necesidades técnicas, logísticas y legales para la implementación de este proyecto?
- c) ¿Cuáles son los costos de inversión y de retorno de este proyecto?

#### **1.4. Justificación**

Según Sampieri (2018), la mayoría de las investigaciones se ejecutan con un propósito definido, pues no se hacen simplemente por capricho de una persona, y ese propósito debe ser lo suficientemente significativo para que se justifique su realización.

#### **1.5. Alcance y limitaciones del Proyecto**

Sampieri (2018) plantea que del alcance del estudio depende la estrategia de investigación. Así, el diseño, los procedimientos y otros componentes del proceso serán distintos en estudios con alcance exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo.

## **CAPÍTULO II.- MARCO REFERENCIAL**

### **2.1. Teorías y conceptualizaciones asumidas (Marco conceptual e histórico)**

Un buen marco teórico no es aquel que contiene muchas páginas, sino que trata con profundidad únicamente los aspectos relacionados con el problema, y que vincula de manera lógica y coherente los conceptos y las proposiciones existentes en estudios anteriores.

#### **Purificación y Tratamiento del Agua**

La purificación del agua es un proceso fundamental para garantizar la calidad y seguridad del agua destinada al consumo humano. De acuerdo con Jaramillo y Mendoza (2018), el agua purificada debe cumplir con ciertos estándares físicos, químicos y microbiológicos para asegurar que sea segura para el consumo. Los métodos de purificación comunes incluyen la ósmosis inversa, el uso de filtros de carbón activado y la desinfección ultravioleta (González, 2019).

Además, las normativas de calidad, como la norma ISO 22000 y las regulaciones locales, son esenciales para asegurar que el agua purificada cumpla con los requisitos de inocuidad y calidad (Instituto Nacional de Normalización [INN], 2020). Estas regulaciones establecen parámetros específicos que los productores deben seguir para asegurar un producto de alta calidad.

## **Procesos de Envasado de Agua**

La industria de envasado de agua requiere de un conjunto de equipos especializados. Según Pérez y Rodríguez (2021), una línea de envasado de agua típicamente incluye tanques de almacenamiento, bombas, lavadoras de botellas, llenadoras, taponadoras y etiquetadoras. Cada equipo desempeña una función esencial en el proceso de envasado, lo que garantiza un flujo continuo y eficiente.

Por otra parte, la automatización es clave para optimizar el proceso de envasado, permitiendo una mayor productividad y precisión. García (2020) señala que el uso de sistemas de control programable (PLC) y sensores de monitoreo en tiempo real mejora la eficiencia y reduce los errores humanos. Además, el mantenimiento de los equipos es crucial para prevenir fallas y mantener la producción operativa (Ramírez & Torres, 2019).

## **Aspectos de Seguridad y Salud Ocupacional**

Los riesgos laborales en una planta de envasado de agua pueden ser variados, incluyendo riesgos mecánicos y eléctricos (Martínez, 2021). La metodología IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos) es una herramienta útil para evaluar y mitigar estos riesgos, contribuyendo a un ambiente de trabajo seguro (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2019).

Para cumplir con las normativas de seguridad industrial, como las regulaciones de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, 2020), es fundamental implementar medidas preventivas y de capacitación para el personal involucrado en el proceso de envasado.

## **Planificación y Diseño de Planta**

El diseño de la planta debe ser planificado para optimizar el flujo de trabajo y maximizar el espacio disponible. Morales y Castillo (2019) señalan que un layout eficiente permite una mayor productividad y facilita la logística interna. La selección de equipos, como taponadoras y etiquetadoras, debe estar alineada con la capacidad de producción proyectada (Jiménez, 2020).

Además, los costos de inversión son un aspecto crítico en el diseño de una línea de envasado. Según López (2021), una evaluación de los costos y beneficios proyectados es esencial para tomar decisiones informadas sobre la adquisición de equipos y la configuración de la planta.

## **Marco Normativo para el Envasado de Agua en Nicaragua**

En Nicaragua, existen regulaciones específicas que rigen la producción y comercialización de agua embotellada. La Ley No. 620 sobre la Gestión del Recurso Hídrico establece los parámetros necesarios para asegurar la calidad del agua destinada al consumo humano (Asamblea Nacional, 2007). Adicionalmente, el etiquetado y la trazabilidad del producto son fundamentales para informar al consumidor y garantizar la responsabilidad en el suministro del agua embotellada (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio [MIFIC], 2021).

## **Sostenibilidad y Responsabilidad Ambiental**

La producción de agua embotellada tiene un impacto considerable en el medio ambiente. De acuerdo con Pacheco y Herrera (2022), la huella de carbono y la generación de residuos plásticos son factores críticos en esta industria. Para reducir este impacto, es posible implementar prácticas sostenibles, como el uso de materiales reciclables y la instalación de sistemas de reciclaje de agua (Fundación Agua Segura, 2020).

La responsabilidad social corporativa también desempeña un rol importante en la industria de agua embotellada. Programas de educación ambiental y campañas de reciclaje son algunas de las estrategias que pueden ayudar a mitigar el impacto ambiental y a fortalecer la relación con la comunidad (Ruiz, 2019).

El tratamiento de agua para consumo humano, especialmente para la producción de agua embotellada, requiere de un proceso riguroso y eficiente que garantice la eliminación de contaminantes físicos, químicos y biológicos. Este proceso es fundamental para asegurar la calidad y seguridad del producto final.

### **Fuentes de Agua y Contaminantes**

La calidad del agua fuente influye directamente en la complejidad del tratamiento requerido. Las principales fuentes de agua utilizadas para la producción de agua embotellada son:

- **Agua subterránea:** Proviene de acuíferos subterráneos. Generalmente, es de buena calidad, pero puede contener minerales disueltos, hierro, manganeso y en algunos casos, contaminantes provenientes de actividades agrícolas o industriales.
- **Agua superficial:** Procede de ríos, lagos o embalses. Está más expuesta a la contaminación por actividades humanas y requiere un tratamiento más exhaustivo.

Los principales contaminantes que se pueden encontrar en el agua cruda incluyen:

- **Contaminantes físicos:** Partículas en suspensión, turbidez.
- **Contaminantes químicos:** Sales minerales, metales pesados, pesticidas, compuestos orgánicos volátiles (COV), productos farmacéuticos.
- **Contaminantes biológicos:** Bacterias, virus, protozoos.

## Objetivos del Tratamiento del Agua

- **Eliminar contaminantes:** Reducir al mínimo la presencia de contaminantes físicos, químicos y biológicos.
- **Cumplir con la normativa:** Asegurar que el agua tratada cumpla con los estándares de calidad establecidos por las autoridades sanitarias.
- **Mejorar las características organolépticas:** Eliminar olores, sabores y olores desagradables.

## Procesos de Tratamiento

El tratamiento del agua para consumo humano implica una serie de etapas que pueden variar en función de la calidad del agua cruda y los requisitos de la normativa local. A continuación, se describen los procesos más comunes:

### Pretratamiento

- **Coagulación y floculación:** Se añaden coagulantes químicos que neutralizan las cargas eléctricas de las partículas en suspensión, facilitando su aglomeración en flóculos más grandes.
- **Sedimentación:** Los flóculos formados se depositan en el fondo de un tanque, separándose del agua.
- **Filtración:** Se utiliza para eliminar las partículas más pequeñas que no se han sedimentado. Los filtros pueden ser de arena, carbón activado o membranas.

### Tratamiento Principal

- **Oxidación:** Se utiliza para eliminar hierro, manganeso, compuestos orgánicos y microorganismos. Los oxidantes más comunes son el cloro, el dióxido de cloro y el ozono.

- **Adsorción:** El carbón activado se utiliza para eliminar compuestos orgánicos volátiles, cloro residual y mejorar el sabor y olor del agua.
- **Intercambio iónico:** Se utiliza para eliminar la dureza del agua, es decir, la concentración de calcio y magnesio.
- **Ósmosis inversa:** Es un proceso de separación que utiliza una membrana semipermeable para eliminar la mayoría de los contaminantes, incluyendo sales, bacterias y virus.
- **Desinfección:** Se utiliza para eliminar microorganismos patógenos. Los métodos más comunes son la cloración, la desinfección con rayos ultravioleta y la ozonización.

### **Post-tratamiento**

- **Ajuste de pH:** Se ajusta el pH del agua para que sea compatible con los materiales de las tuberías y equipos de envasado.
- **Aeration:** Se utiliza para eliminar el exceso de gases disueltos, como el dióxido de carbono.
- **Adición de minerales:** Se pueden añadir minerales esenciales como calcio y magnesio para mejorar el sabor y valor nutricional del agua.

## Selección de los Procesos de Tratamiento

La selección de los procesos de tratamiento dependerá de varios factores, entre ellos:

- **Calidad del agua cruda:** La presencia y concentración de contaminantes determinarán los tratamientos necesarios.
- **Normativa:** Los estándares de calidad del agua potable establecidos por las autoridades sanitarias definirán los límites máximos permitidos para cada contaminante.
- **Capacidad de producción:** El caudal de producción de la planta influirá en el tamaño y tipo de equipos a utilizar.
- **Costos:** El costo de inversión y operación de cada proceso debe ser evaluado.

## Diseño de la Planta de Tratamiento

El diseño de una planta de tratamiento de agua debe considerar los siguientes aspectos:

- **Diagrama de flujo:** Representación gráfica del proceso de tratamiento.
- **Selección de equipos:** Bombas, tanques, filtros, membranas, etc.
- **Cálculos de dimensionamiento:** Determinación del tamaño de los equipos en función del caudal y los parámetros de diseño.
- **Materiales de construcción:** Selección de materiales resistentes a la corrosión y a los productos químicos utilizados en el tratamiento.

## Control de Calidad

Es fundamental establecer un sistema de control de calidad para garantizar la calidad del agua producida. Esto implica:

- **Monitoreo continuo:** Medición de parámetros como pH, conductividad, cloro residual, turbidez.

- **Análisis de laboratorio:** Realización de análisis periódicos para determinar la presencia de contaminantes.
- **Registro de datos:** Mantener un registro detallado de todos los análisis realizados.

## **Aspectos Ambientales**

La operación de una planta de tratamiento de agua debe ser respetuosa con el medio ambiente. Es necesario considerar:

- **Gestión de residuos:** Tratamiento adecuado de los lodos y otros residuos generados en el proceso.
- **Consumo energético:** Optimización del consumo energético mediante la utilización de equipos eficientes.
- **Reutilización de agua:** Posibilidad de reutilizar el agua de lavado de equipos y otros efluentes.

## **2.2. Marco legal**

### **NTON 03 040 - 03 AGUA ENVASADA. ESPECIFICACIONES DE CALIDAD SANITARIA**

La producción y comercialización de agua embotellada está sujeta a una normativa específica que varía según el país. Es importante conocer y cumplir con todos los requisitos legales aplicables.

Esta norma es de carácter obligatoria y se aplicará al agua envasada en lo que se refiere al envasado, etiquetado, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización. Las aguas envasadas importadas estarán sujetas a la aplicación de esta norma.

**Agua de Pozo.** Agua de un orificio perforado, excavado o de alguna manera construido en la tierra para obtener agua de acuífero.

**Agua potable.** Es aquella que, satisfaciendo las especificaciones de calidad, no causa efectos nocivos al ser humano.

**Agua purificada.** El nombre del agua que ha sido producido por destilación, deionización, osmosis inversa, u otros procesos apropiados.

**Agua desmineralizada.** Agua tratada, que no contiene minerales.

**Agua destilada.** Agua purificada, que ha sido evaporada y luego condensada.

**Agua Fluorada.** Agua envasada que contiene flúor, la etiqueta debe especificar si la fluoración es natural o agregada, además debe cumplir con la norma de calidad de esta normativa.

**Agua tratada.** Agua potable que ha pasado por un tratamiento posterior, como filtración, para ser envasada en empaques adecuados.

**Agua envasada.** Es aquella apta para el consumo humano, contenida en recipientes herméticamente cerrados, de materiales, formas y capacidades diversas, aprobadas por las autoridades competentes y que es adecuada para el consumo directo sin que sea necesario tratamiento ulterior y con cierre inviolable el cual deberá permanecer en tal condición hasta que llegue a manos del consumidor final.

### **Requisitos sanitarios de las plantas y proceso de las envasadoras de agua:**

La planta deberá ser construida de manera tal que los pisos, paredes y techos puedan ser limpiados adecuadamente y mantenidos en buenas condiciones sanitarias.

La planta deberá contar con espacio suficiente para almacenamiento de equipos, envases y otros materiales, así como también deben estar alejado de las paredes.

La planta debe ser ventilada para minimizar los olores, gases o vapores tóxicos y condensación en el procesamiento, embotellamiento y en los recintos para el lavado y el saneamiento de recipientes, impidiendo la entrada de humo, polvo, vapores u otros.

Con iluminación adecuada, protegidas sobre las áreas de procesamiento. El alumbrado no deberá alterar los colores.

La planta deberá tener malla milimétrica de manera tal que impida la entrada de animales, insectos, roedores y/o plagas.

Las instalaciones para lavarse las manos, deberán disponer de medios adecuados y en buen estado para lavarse y secarse las manos higiénicamente, con lavamanos y abastecimiento de agua caliente y/o fría (o con la temperatura debidamente controlada).

Los vestidores y comedor para los trabajadores se ubicarán separados de las operaciones de la planta y áreas de almacenamiento.

El llenado, tapado, cerrado, sellado y empacado de los envases debe ser hecho de manera higiénica para no producir contaminación del agua envasada.

Los tanques de almacenamiento deben estar provistos de tapas para evitar la introducción de cualquier materia extraña. Las conexiones hacia las tuberías deberán estar provistas de filtros fácilmente limpiables o reemplazables.

La limpieza y sanitización de los utensilios y equipos deberán ser conducidos de tal manera que protejan contra la contaminación del agua, superficies de contacto o material de empaque.

## **CAPÍTULO III.- DISEÑO METODOLÓGICO**

Según Sampieri, el diseño metodológico es el segundo micro diseño que forma parte del diseño de la investigación. Consiste en la definición del tipo de investigación que se va a desarrollar, así como su perspectiva general. Además, implica la determinación de la población y la muestra de la investigación de acuerdo con el problema planteado, y la selección de los métodos teóricos y empíricos que permitan la ejecución de las tareas definidas en el diseño teórico. En resumen, el diseño metodológico es crucial para establecer una estrategia coherente y adecuada que guíe la investigación científica.

### **3.1. Tipo de Investigación y Proyecto**

#### **3.1.1. Tipo de Investigación**

1. **En función del propósito:** Investigación aplicada, ya que busca resolver un problema específico relacionado con el diseño y la implementación de una línea de envasado de agua purificada, mejorando así la eficiencia en el proceso y la calidad del servicio en la ciudad de Rivas.
2. **Por su nivel de profundidad:** Investigación descriptiva, ya que se enfocará en describir la situación actual del proceso de envasado y las condiciones técnicas y operativas, además de identificar estrategias para optimizar el flujo y la productividad en la planta.

3. **Por la naturaleza de los datos y la información:** Investigación cuantitativa, dado que se analizarán datos numéricos sobre la capacidad de producción, los tiempos de proceso, los índices de rendimiento y otros parámetros clave para el diseño de la línea de envasado.
4. **Por los medios para obtener los datos:** Investigación documental y de campo, ya que se recopilarán datos tanto de documentos técnicos y normativos como a través de observaciones directas, entrevistas con expertos y personal de producción para entender mejor el entorno operativo y los requerimientos de la línea de envasado.
5. **Por la mayor o menor manipulación de variables, diseño de la investigación:** Investigación no experimental, ya que no se manipularán variables en un entorno controlado; en su lugar, se observarán y analizarán las características actuales del proceso de envasado de agua para identificar oportunidades de mejora.
6. **Según el tipo de inferencia:** Deductiva, partiendo de teorías establecidas en la industria de manufactura, tales como los principios de diseño de plantas industriales y la teoría de restricciones, para generar hipótesis específicas sobre la eficiencia de la línea de envasado y luego contrastarlas con los datos obtenidos.
7. **Según el periodo temporal en que se realiza:** Investigación transversal, que se llevará a cabo durante un periodo específico, en este caso, el segundo semestre de 2024, con el propósito de analizar y monitorear el diseño y la implementación de la línea de envasado, evaluando su desempeño y realizando ajustes progresivos en función de los resultados obtenidos.

### 3.1.2. Tipo de Proyecto

1. **Según la procedencia del capital:** Proyectos privados, financiados por inversores privados.
2. **Tipo de Proyecto:** Proyectos industriales, relacionados con la industria y los procesos de producción.
3. **Según el ámbito o perfil profesional:** Proyectos de ingeniería, proyectos relacionados con la ingeniería industrial.
4. **Según su orientación:** Proyectos productivos, orientados hacia la producción de bienes o servicios.
5. **Según su área de influencia:** Proyectos nacionales, con impacto en un área geográfica regional (Rivas)

### 3.2. Unidades de análisis (Población/Muestra/Muestreo)

El proceso de envasado de agua purificada en la planta de producción. Esta unidad abarca tanto los equipos utilizados (llenadoras, taponadoras, etiquetadoras, etc.) como los tiempos, el flujo de trabajo, y los procedimientos operativos que componen la línea de envasado.

Esta unidad permitirá analizar aspectos clave como la capacidad de producción, la eficiencia de cada equipo en la línea, los tiempos de ciclo y de configuración, y otros factores que inciden en la productividad y calidad del proceso de envasado.

#### 3.2.1. Población, Muestra y Muestreo

La población objeto de estudio comprende todos los procesos de producción que se contemplan en el diseño de ingeniería, abarcando una línea de envasado de agua en presentación de 5 galones.

### **3.2.2. Tamaño de la Muestra**

El tamaño de la muestra se determinó como el 100% de los procesos de la línea de producción de la planta de producción.

### **3.2.3. Selección de Sujetos de Muestreo**

Los sujetos de muestreo consisten en los jabones producidos en las tres líneas de producción. Se dio prioridad a los jabones traslucidos debido a su relevancia como el principal problema identificado en el proceso de producción. Además, se tomaron en cuenta los datos de producción de ambos tipos de jabones para garantizar una visión integral del rendimiento de la planta de lavandería.

### **3.2.4. Métodos e instrumentos de recolección de datos**

Objetivo	Variable	Definición	Métrica	Técnica	Instrumento
Determinar los requerimientos técnicos del proceso de filtración, purificación y envasado de agua para el diseño de un sistema productivo mediante un planteamiento de un estudio técnico.	Activos de la planta de producción	Bienes y recursos de la planta de producción para asegurar su funcionamiento adecuado.	Listado de requerimientos técnicos del proceso de producción.	Observación	Check List de observación
				Entrevistas	Guía de Entrevista
				Revisión documental	Matriz documental
Diseñar un sistema de producción y envasado de agua purificada en presentaciones de 5 galones para la evaluación de los costos de implementación mediante un diagrama P&ID	Diseño de producción	Esquema de producción basado el requerimientos técnicos y flujo de tratamiento del agua	Modelación de procesos	Análisis de proceso	ISHIKAWA
					Diagrama de flujo
Realizar un estudio económico de la implementación del proyecto para el cálculo del punto de equilibrio mediante un análisis financiero proyectado a 2 años.	Análisis financiero	Es un enfoque de análisis que precisa el flujo de efectivo del proyecto.	VPN	Análisis documental	Plantilla financiera

*Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables*

## **CAPÍTULO IV.- ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **4.1. Requerimientos técnicos del proceso**

Se realizó un análisis exhaustivo de cada etapa del proceso de filtración, purificación y envasado de agua. Esto incluye los métodos y tecnologías que se utilizarán, como la filtración por membranas, la desinfección por ozono y el envasado.

Los requerimientos técnicos se definen como un lista clara y detallada de las necesidades para cada etapa del proceso. Esto podría incluir especificaciones de los equipos, materiales, y tecnologías necesarias para asegurar la calidad del agua.

**Figura 1. Requerimientos del proyecto.**



### Fuente de agua

- Pozo propio
- Bomba 2 hP 1ph



### Filtración

- Filtro de lecho
- Filtro de carbón activado
- Suavizador
- Osmosis inversa
- Filtro pulidor



### Putificación

- Lámpara UV
- Purificador con ozono

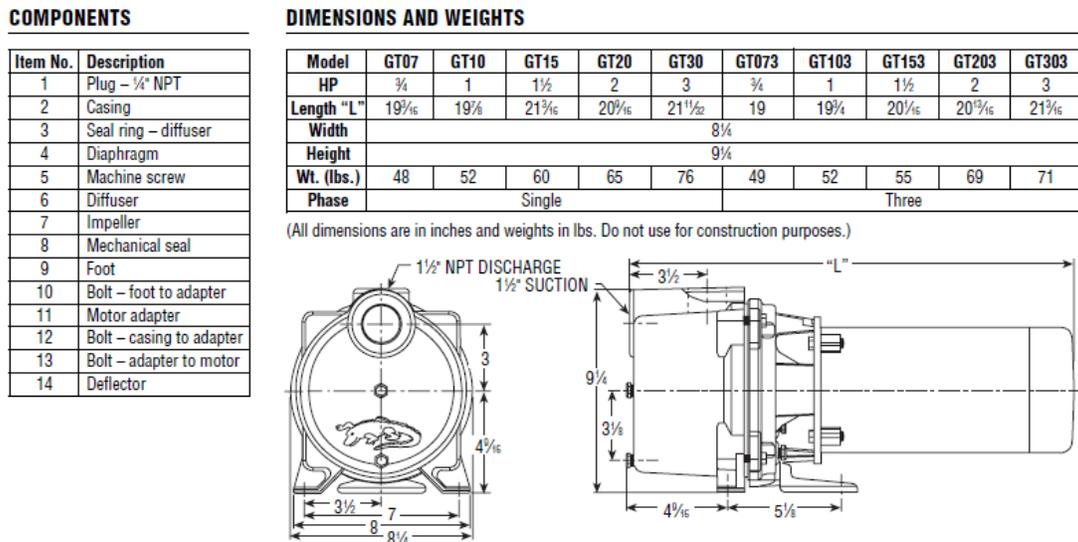


### Envasado

- Llenadora de garrafones de 400 BPH
- COMPRESOR 2.5HP 50L
- LAVADORA CEPILLADORA INTERIOR

### 4.1.1. Fase de extracción de agua

Figura 2. Factor de potencia de la bomba de agua principal



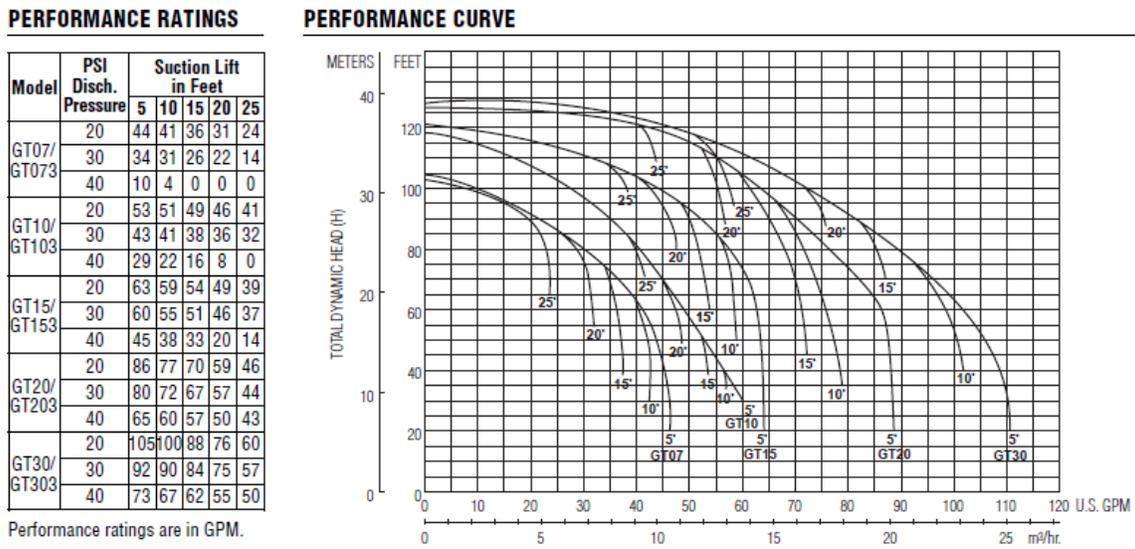
La bomba de agua principal es un componente crucial en el sistema de extracción de agua de un pozo. En este caso, se utilizará una bomba de 2 hp monofásica, diseñada para mover grandes volúmenes de agua desde el pozo hacia el sistema de purificación. Su función principal es generar la presión necesaria para elevar el agua desde profundidades que pueden variar según la ubicación del pozo.

La bomba opera mediante un motor eléctrico que impulsa un impulsor, creando un flujo de agua. Al girar, el impulsor genera una fuerza centrífuga que empuja el agua hacia afuera, incrementando su presión y permitiendo que fluya a través de las tuberías hacia el sistema de tratamiento. La elección de una bomba de 2 hp es adecuada para aplicaciones residenciales o pequeñas instalaciones, ya que proporciona un balance entre eficiencia energética y capacidad de bombeo.

Es fundamental que la bomba esté correctamente dimensionada para evitar problemas como el sobrecalentamiento o el desgaste prematuro. Además,

se debe considerar la instalación de un sistema de control que permita regular el funcionamiento de la bomba, asegurando un suministro constante y eficiente de agua, así como la protección contra condiciones de funcionamiento adversas, como la falta de agua en el pozo.

Figura 3. Desempeño de la bomba principal en función del alcance



El proceso de extracción de agua de un pozo para una planta de envasado, utilizando una bomba de 2hp monofásica, implica varias etapas clave:

**1. Inmersión de la Bomba:**

- **Profundidad:** La bomba se sumerge a una profundidad específica dentro del pozo, determinada por el nivel estático del agua y las características de la bomba.
- **Sujeción:** Se asegura la bomba a un cable de acero resistente para mantenerla en su posición y facilitar su extracción en caso de mantenimiento.

## 2. Conexión Eléctrica:

- **Cables Submarinos:** Se utilizan cables submarinos especiales para conectar la bomba a la fuente de alimentación. Estos cables deben ser resistentes al agua y a la corrosión.
- **Panel de Control:** En la superficie, se instala un panel de control que permite encender, apagar y monitorear el funcionamiento de la bomba.

## 3. Tubería de Succión:

- **Material:** Se emplea una tubería de PVC de 1.5" o acero inoxidable para conectar la salida de la bomba con el fondo del pozo. Esta tubería debe ser lo suficientemente resistente para soportar la presión del agua y evitar fugas.
- **Diámetro:** El diámetro de la tubería se selecciona en función del caudal de la bomba y las características del pozo.

## 4. Tubería de Descarga:

- **Conexión:** La tubería de descarga conecta la salida de la bomba con el tanque de almacenamiento o directamente con la línea de producción.
- **Material:** Al igual que la tubería de succión, la tubería de descarga debe ser resistente a la corrosión y a la presión.
- **Elevación:** La tubería de descarga debe elevar el agua hasta el nivel requerido para su posterior tratamiento.

## 5. Funcionamiento de la Bomba:

- **Encendido:** Al activar el panel de control, la bomba comienza a funcionar, generando una depresión en la tubería de succión que hace que el agua ascienda desde el pozo.

- **Caudal:** El caudal de la bomba de 2hp monofásica dependerá de la profundidad del pozo, el diámetro de la tubería y las características del agua.

#### **Consideraciones Importantes:**

- **Nivel Freático:** Es fundamental conocer el nivel freático del pozo para determinar la profundidad a la que se debe sumergir la bomba.
- **Calidad del Agua:** Antes de iniciar la extracción, se recomienda realizar un análisis de la calidad del agua para evaluar su potabilidad y determinar los tratamientos necesarios.
- **Mantenimiento:** La bomba y el sistema de extracción requieren un mantenimiento regular para garantizar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil.

#### **Etapas Posteriores:**

Una vez que el agua es extraída del pozo, pasa a la fase de filtración, donde se eliminan impurezas, sedimentos y microorganismos para asegurar la calidad del agua envasada.

#### **4.1.2. Fase de Filtración**

Una vez que el agua ha sido extraída del pozo, inicia un proceso de purificación que la prepara para el envasado. Este proceso, generalmente, implica las siguientes etapas:

## 1. Filtración por Lecho:

La grava sílica se produce por trituración de piedra de sílica de textura abierta, cribada a distribución de grano necesaria, es producida por trituración de molienda y lavado de la sílice de alta calidad.

La grava sílica se utiliza como soporte de medios filtrantes, la parte cóncava de los tanques son áreas que no intervienen en la filtración, en la mayoría de los casos es recomendable rellenar con grava sílica esta área, por ser un material que no le imparte ninguna característica al agua a tratar y es mucho más económica.

ESPECIFICACIONES	COMPOSICIÓN
ANÁLISIS QUÍMICO	
SiO <sub>2</sub>	79%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.20%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.10%
Perdida por calcinación	3.6%
CONO PIROMÉTRICO	
Mineral	Silice
(%) Humedad	0.03
Densidad	1.60 g/cm <sup>3</sup>
PRESENTACIÓN	Saco de 50 kg.

- **Objetivo:** Eliminar partículas en suspensión de mayor tamaño, como arena, arcilla y otros sedimentos.
- **Funcionamiento:** El agua pasa a través de un lecho de material granular, como arena o grava, que actúa como una barrera física, reteniendo las partículas sólidas.
- **Material filtrante:** La elección del material filtrante dependerá del tamaño y tipo de partículas a eliminar.

## 2. Filtración por Carbón Activado:

El carbón activado granular AquaSorb® 1200, se manufactura especialmente para el tratamiento de agua de consumo humano, tanto en aplicaciones municipales como industriales. Su estructura porosa es muy efectiva en la remoción de materia orgánica disuelta, pesticidas y químicos que se encuentran frecuentemente en las distintas fuentes de agua cruda.

En suma, el carbón activado AquaSorb® 1200 es ideal para el tratamiento de agua de pozos, de cuerpos superficiales y de la red municipal, y además cumple con estándares internacionales para esta aplicación.

- **Objetivo:** Eliminar cloro, olores, sabores desagradables y compuestos orgánicos volátiles (COV).
- **Funcionamiento:** El carbón activado, un material poroso con una gran área superficial, adsorbe las moléculas de las sustancias contaminantes.
- **Tipos de carbón:** Existen diferentes tipos de carbón activado, cada uno con características específicas para eliminar diferentes contaminantes.

**ESPECIFICACIONES\***

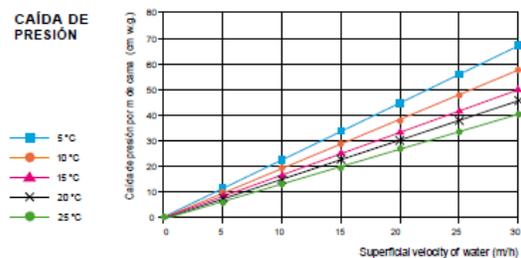
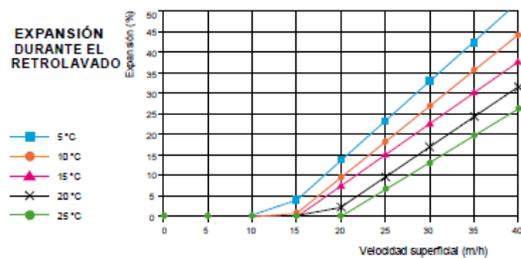
Adsorción de lodo	min. 900 mg/g
Humedad al empaçar	max. 5%
Densidad aparente	min. 440 kg/m <sup>3</sup>
Ceniza	máx. 15%
Capacidad de humidación	min. 99%
Dureza (Método Ball-pan)	96%

**PROPIEDADES TÍPICAS\***

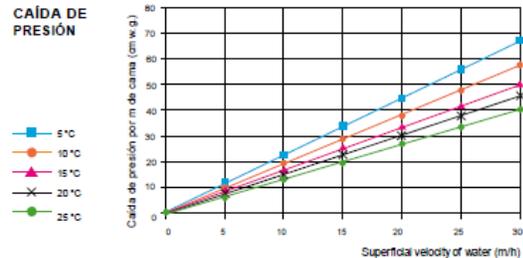
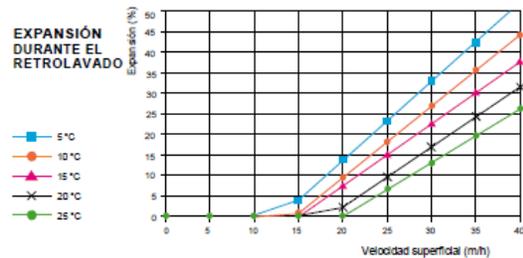
Adsorción de lodo	920 mg/g
Adsorción de azul de metileno	170 ml/g
Área superficial (BET)	950 m <sup>2</sup> /g
Densidad aparente,	520 kg/m <sup>3</sup>
Densidad post retrolavado y drenado	450 kg/m <sup>3</sup>

TAMAÑO DE PARTÍCULA (mesh)	20x40	12x40	10x20	8x30	8x18
Mayores a	<5%	<5%	<5%	<5%	<5%
Menores a	<4%	<4%	<4%	<4%	<4%
Tamaño efectivo	0.4 mm	0.6 mm	1.0 mm	1.0 mm	1.2mm
Diámetro promedio	0.6 mm	1.0 mm	1.4 mm	1.4 mm	1.8 mm
Coefficiente de uniformidad	<1.5	<1.7	<1.7	<1.6	<1.5

AquaSorb® 1200 8x30 mesh



AquaSorb® 1200 10x20 mesh



### 3. Suavizador de Agua:

- **Objetivo:** Reducir la dureza del agua, es decir, la concentración de minerales como calcio y magnesio.
- **Funcionamiento:** El suavizador de agua utiliza resinas de intercambio iónico que intercambian los iones de calcio y magnesio por iones de sodio.
- **Regeneración:** Las resinas deben regenerarse periódicamente con una solución salina para restaurar su capacidad de intercambio iónico.

### 4. Osmosis Inversa:

- **Objetivo:** Eliminar prácticamente todos los contaminantes, incluyendo bacterias, virus, sales disueltas y moléculas orgánicas.
- **Funcionamiento:** El agua es forzada a pasar a través de una membrana semipermeable que retiene las impurezas y permite el paso de las moléculas de agua.
- **Presión:** Se requiere una alta presión para superar la resistencia de la membrana y permitir el paso del agua.

Model	Active Membrane	Average Permeate	Stable Rejection	Min. Rejection
	Area ft <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	GPD(m <sup>3</sup> /d)	Rate %	Rate %
ULP11-4040	90 (8.4)	2700 (10.2)	98.0	97.5
Testing Conditions	Testing Pressure		150 psi (1.03MPa)	
	Testing Solution Temperature		25 °C	
	Concentration of Testing Solution (NaCl)		1500ppm	
	pH value of Testing Solution		7.5	
	Recovery Rate of Single Element		15%	
	Max. Working Pressure		600psi (4.14MPa)	
	Max. Volume of Feed water		16gpm (3.6 m <sup>3</sup> /h)	

## 5. Filtro Pulidor:

- **Objetivo:** Realizar una última purificación, eliminando cualquier partícula o sustancia residual que pueda haber quedado en el agua.
- **Funcionamiento:** El filtro pulidor utiliza materiales filtrantes de alta eficiencia, como membranas de ultrafiltración o microfiltración.
- **Garantía de calidad:** Este último filtro garantiza que el agua esté completamente limpia y lista para ser envasada.

## Importancia de Cada Etapa

- **Filtración por lecho:** Prepara el agua para las siguientes etapas, evitando que partículas grandes dañen las membranas o obstruyan los filtros.
- **Filtración por carbón activado:** Mejora el sabor, olor y apariencia del agua, eliminando sustancias que podrían afectar la calidad organoléptica.
- **Suavizador de agua:** Evita la formación de incrustaciones en equipos y tuberías, prolongando su vida útil y mejorando la eficiencia del proceso.
- **Osmosis inversa:** Garantiza la máxima pureza del agua, eliminando prácticamente todos los contaminantes y asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad.
- **Filtro pulidor:** Proporciona una barrera adicional, asegurando que el agua esté libre de cualquier partícula o sustancia que pueda comprometer la calidad del producto final.

## Consideraciones Adicionales

- **Orden de los procesos:** El orden de las etapas de filtración puede variar ligeramente dependiendo del tipo de agua y los estándares de calidad requeridos.
- **Mantenimiento:** Todos los equipos de filtración requieren un mantenimiento regular para garantizar su correcto funcionamiento y eficiencia.
- **Control de calidad:** Se realizan análisis periódicos del agua en diferentes puntos del proceso para verificar que cumple con los estándares de calidad establecidos.

La combinación de estas tecnologías de filtración permite obtener agua de alta pureza, apta para el consumo humano y cumpliendo con las normativas sanitarias vigentes.

#### **4.1.3. Fase de purificación del agua**

La fase de purificación del agua es un proceso crítico en la producción de agua embotellada. Consiste en una serie de tratamientos que eliminan los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua cruda, garantizando así un producto final seguro y de alta calidad.

#### **Objetivos de la Purificación del Agua**

- **Eliminar contaminantes:** Reducir al mínimo la presencia de sustancias que puedan afectar la salud humana, como bacterias, virus, metales pesados, pesticidas y compuestos orgánicos.
- **Mejorar las características organolépticas:** Eliminar olores, sabores y olores desagradables, asegurando un agua con un sabor limpio y refrescante.
- **Cumplir con la normativa:** Asegurar que el agua purificada cumpla con los estándares de calidad establecidos por las autoridades sanitarias.

## **Procesos de Purificación**

La elección de los procesos de purificación dependerá de la calidad del agua cruda, la normativa local y los objetivos de producción. A continuación, se describen los procesos más comúnmente utilizados:

## 1. Filtración

- **Filtración granular:** Se utiliza para eliminar partículas más finas que no se han sedimentado. Los filtros pueden ser de arena, antracita o una combinación de ambos.
- **Filtración de carbón activado:** El carbón activado adsorbe compuestos orgánicos volátiles, cloro residual, mejorando el sabor y olor del agua.
- **Microfiltración:** Utiliza membranas con poros muy pequeños para retener bacterias, virus y partículas coloidales.
- **Ultrafiltración:** Similar a la microfiltración, pero con poros aún más pequeños, capaz de retener moléculas de mayor tamaño.

## 2. Desinfección

- **Ozono:** Es un oxidante potente que elimina microorganismos, compuestos orgánicos y mejora el sabor del agua.
- **Radiación ultravioleta:** La luz ultravioleta inactiva los microorganismos dañando su ADN.

## 3. Ósmosis Inversa

- Es una tecnología de separación que utiliza una membrana semipermeable para eliminar la mayoría de los contaminantes, incluyendo sales, bacterias y virus. El agua es forzada a pasar a través de la membrana, dejando atrás los contaminantes.

## 5. Tratamiento Post-Ósmosis

- **Re mineralización:** Se añade una pequeña cantidad de minerales esenciales (calcio, magnesio) para mejorar el sabor y el valor nutricional del agua.
- **Ajuste de pH:** Se ajusta el pH del agua para que sea compatible con los materiales de las tuberías y equipos de envasado.

## Selección de los Procesos de Purificación

La selección de los procesos de purificación dependerá de diversos factores:

- **Calidad del agua cruda:** La presencia y concentración de contaminantes determinarán los tratamientos necesarios.
- **Normativa:** Los estándares de calidad del agua potable establecidos por las autoridades sanitarias definirán los límites máximos permitidos para cada contaminante.
- **Capacidad de producción:** El caudal de producción de la planta influirá en el tamaño y tipo de equipos a utilizar.
- **Costos:** El costo de inversión y operación de cada proceso debe ser evaluado.

## Diseño de la Planta de Purificación

El diseño de una planta de purificación de agua debe considerar los siguientes aspectos:

- **Diagrama de flujo:** Representación gráfica del proceso de tratamiento.
- **Selección de equipos:** Bombas, tanques, filtros, membranas, equipos de desinfección, etc.
- **Cálculos de dimensionamiento:** Determinación del tamaño de los equipos en función del caudal y los parámetros de diseño.
- **Materiales de construcción:** Selección de materiales resistentes a la corrosión y a los productos químicos utilizados en el tratamiento.

## Control de Calidad

Es fundamental establecer un sistema de control de calidad para garantizar la calidad del agua producida. Esto implica:

- **Monitoreo continuo:** Medición de parámetros como pH, conductividad, cloro residual, turbidez.
- **Análisis de laboratorio:** Realización de análisis periódicos para determinar la presencia de contaminantes.
- **Registro de datos:** Mantener un registro detallado de todos los análisis realizados.

## Aspectos Ambientales

La operación de una planta de purificación de agua debe ser respetuosa con el medio ambiente. Es necesario considerar:

- **Gestión de residuos:** Tratamiento adecuado de los lodos y otros residuos generados en el proceso.
- **Consumo energético:** Optimización del consumo energético mediante la utilización de equipos eficientes.
- **Reutilización de agua:** Posibilidad de reutilizar el agua de lavado de equipos y otros efluentes.

### 4.1.4. Fase de envasado y producto terminado

Una vez que el agua ha sido purificada y alcanza los estándares de calidad requeridos, inicia la fase de envasado. Este proceso es crucial para garantizar que el producto final llegue al consumidor en óptimas condiciones.

## Etapas del Proceso de Envasado

- ✓ **Esterilización de los Envases:**
  - Los envases (botellas, garrafas) pasan por un proceso de lavado y esterilización riguroso para eliminar cualquier residuo o microorganismo que pueda contaminar el agua.

- Se utilizan detergentes alcalinos, ácidos y agua caliente para eliminar cualquier tipo de suciedad.
  - Se aplica un enjuague final con agua purificada para eliminar los residuos de los detergentes.
  - En algunos casos, se utiliza ozono o vapor para una desinfección más profunda.
- ✓ **Llenado Aséptico:**
- El agua purificada se llena en los envases esterilizados en un ambiente aséptico para evitar la Re contaminación.
  - Se utilizan llenadoras automáticas que garantizan un llenado preciso y rápido.
  - Existen diferentes tipos de llenadoras: por gravedad, por volumen, por peso, etc.
- ✓ **Cierres:**
- Una vez llenado, el envase se cierra herméticamente con una tapa esterilizada.
  - El cierre debe garantizar la integridad del producto y evitar fugas.
  - Se utilizan diferentes tipos de cierres: rosca, corona, etc.
- ✓ **Etiquetado:**
- Los envases se etiquetan con información relevante como:
    - Marca y nombre del producto
    - Volumen
    - Fecha de envasado
    - Fecha de vencimiento
    - Información nutricional
    - Instrucciones de uso
    - Las etiquetas deben cumplir con la normativa vigente.

✓ **Inspección:**

- Cada envase es inspeccionado visualmente para detectar posibles defectos como fugas, etiquetas mal colocadas, etc.
- Se pueden utilizar sistemas de visión artificial para realizar inspecciones más precisas y rápidas.

✓ **Embalaje:**

- Los envases se agrupan en cajas o paquetes y se embalan de forma segura para su transporte y almacenamiento.
- El embalaje debe proteger los productos de golpes, vibraciones y cambios de temperatura.

### **Control de Calidad en el Envasado**

- **Monitoreo continuo de los parámetros del producto:** Se realiza un monitoreo constante de la temperatura, pH, conductividad y otros parámetros relevantes del agua envasada.
- **Muestreo y análisis:** Se toman muestras de producto terminado de forma periódica para realizar análisis microbiológicos y fisicoquímicos.
- **Verificación de las condiciones de almacenamiento:** Se controlan las condiciones de temperatura y humedad en el almacén para garantizar la calidad del producto.

### **Consideraciones Adicionales**

- **Higiene y Sanitización:** Es fundamental mantener un alto nivel de higiene en todas las áreas de la planta, incluyendo las áreas de producción, almacenamiento y distribución.
- **Material de Envasado:** La elección del material de envasado (PET, vidrio, etc.) dependerá de factores como el costo, la resistencia y la imagen de marca.

- **Sostenibilidad:** Se deben considerar aspectos como la reducción de residuos, el uso de materiales reciclables y la eficiencia energética.

### **Producto Terminado**

El producto terminado, es decir, el agua embotellada, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- **Seguridad:** Libre de microorganismos patógenos y contaminantes químicos.
- **Calidad:** Sabor agradable, transparente, sin olores ni sabores extraños.
- **Estabilidad:** Capacidad de mantener sus características durante el tiempo de almacenamiento y distribución.
- **Cumplimiento normativo:** Cumplir con todas las normas y regulaciones aplicables.

### **Logística y Distribución**

Una vez que el producto está envasado y empacado, se procede a su distribución a los diferentes canales de venta. La logística juega un papel fundamental en este proceso, asegurando que el producto llegue al consumidor en óptimas condiciones.

En resumen, el proceso de envasado y producto terminado es una etapa crucial en la producción de agua embotellada. Requiere de un control riguroso de todos los procesos para garantizar la calidad y seguridad del producto final.

## 4.2. Diseño del proceso de producción

El diseño de la planta contempla una infraestructura constructiva de 173 metros cuadrados con una distribución de planta y diseño sanitario adecuado al manejo de productos alimenticios.

Figura 4. Plano de cimientos de la planta de producción.

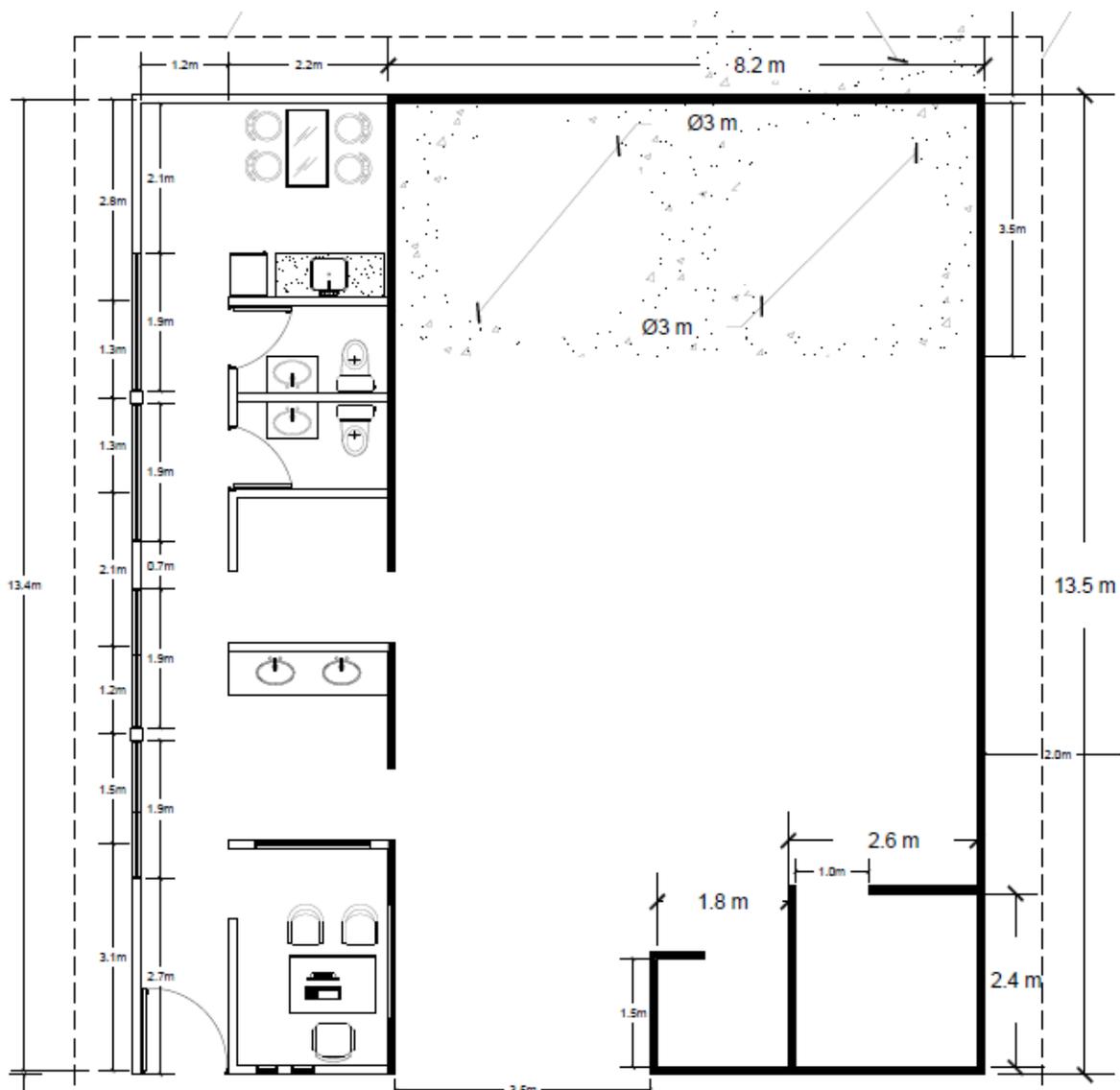
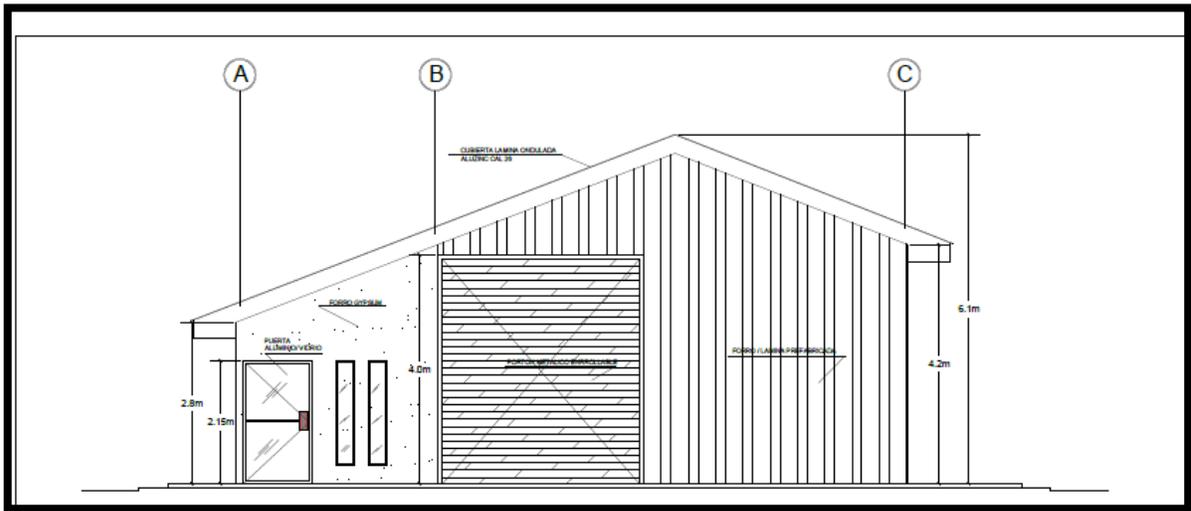


Figura 5. Diseño de vista frontal de la planta de producción



La planta de producción cuenta con secciones o áreas específicas para los procesos de:

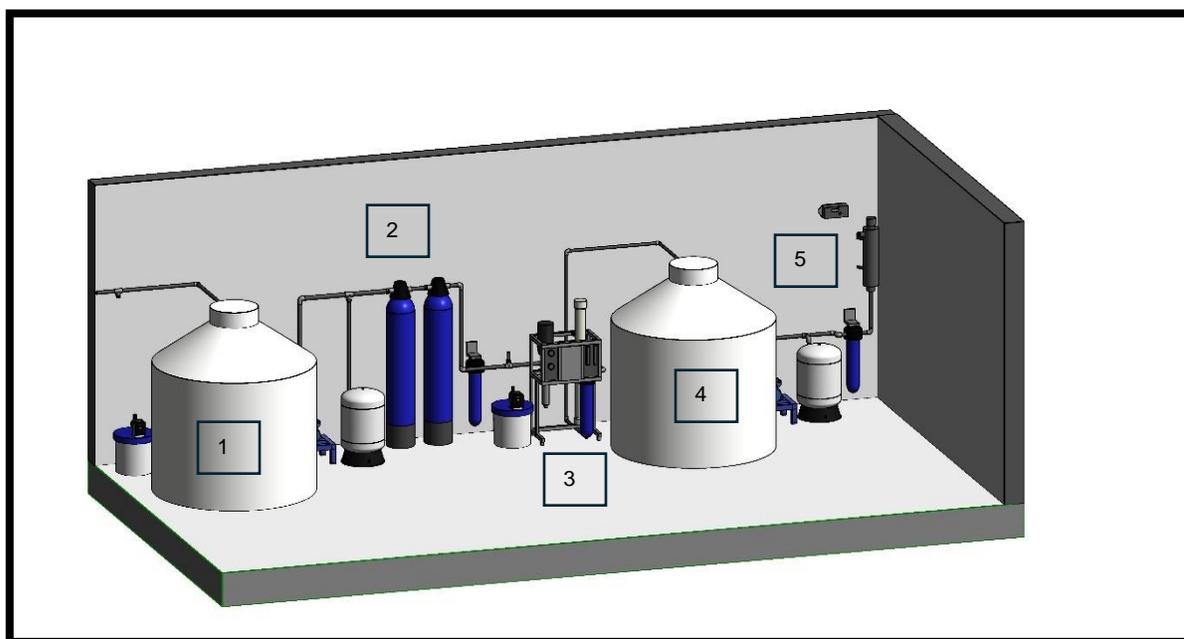
- ✓ Recepción de envases de retorno del mercado.
- ✓ Área de lavado y desinfección de envases.
- ✓ Envasado y etiquetado.
- ✓ Almacenamiento de producto terminado.

Adicional la planta de producción tiene áreas no productivas pero que son fundamentales para la operación:

- ✓ Oficinas administrativas.
- ✓ Comedor de los empleados.
- ✓ Servicios sanitarios.

El esquema isométrico presenta una vista tridimensional simplificada de una planta de tratamiento de agua, probablemente diseñada para la producción de agua purificada para consumo humano o industrial. Los componentes principales identificables son tanques de almacenamiento, filtros y equipos de tratamiento.

Figura 6. Plano isométrico de la distribución de planta

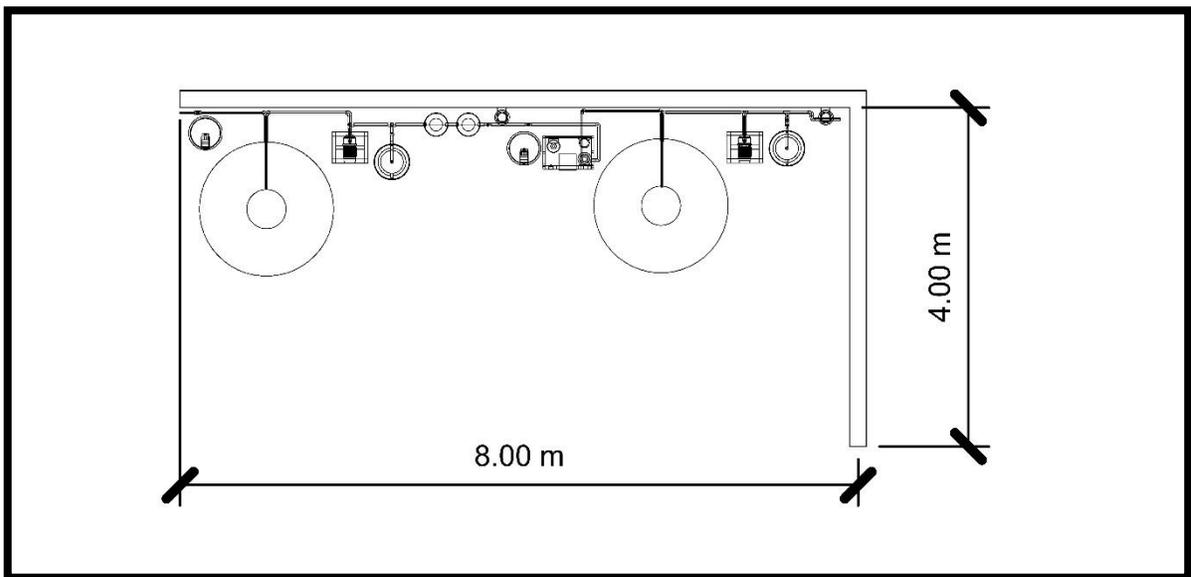


ID del equipo	Descripción
1	Tanque de almacenamiento agua cruda
2	Sistema de filtración de zeolita + carbón activado
3	Osmosis Inversa
4	Tanque de almacenamiento de agua producto
5	Lámpara Ultravioleta

### Equipos de Tratamiento:

- **Bombas:** Se utilizan para impulsar el agua a través de los diferentes componentes del sistema.
- **Válvulas:** Controlan el flujo de agua y permiten realizar diferentes operaciones, como la retro lavado de los filtros.
- **Instrumentación:** Se utilizan instrumentos de medición para controlar los parámetros del agua, como el pH, la conductividad y la temperatura.

Figura 7. Plano de vista de planta de la distribución de planta



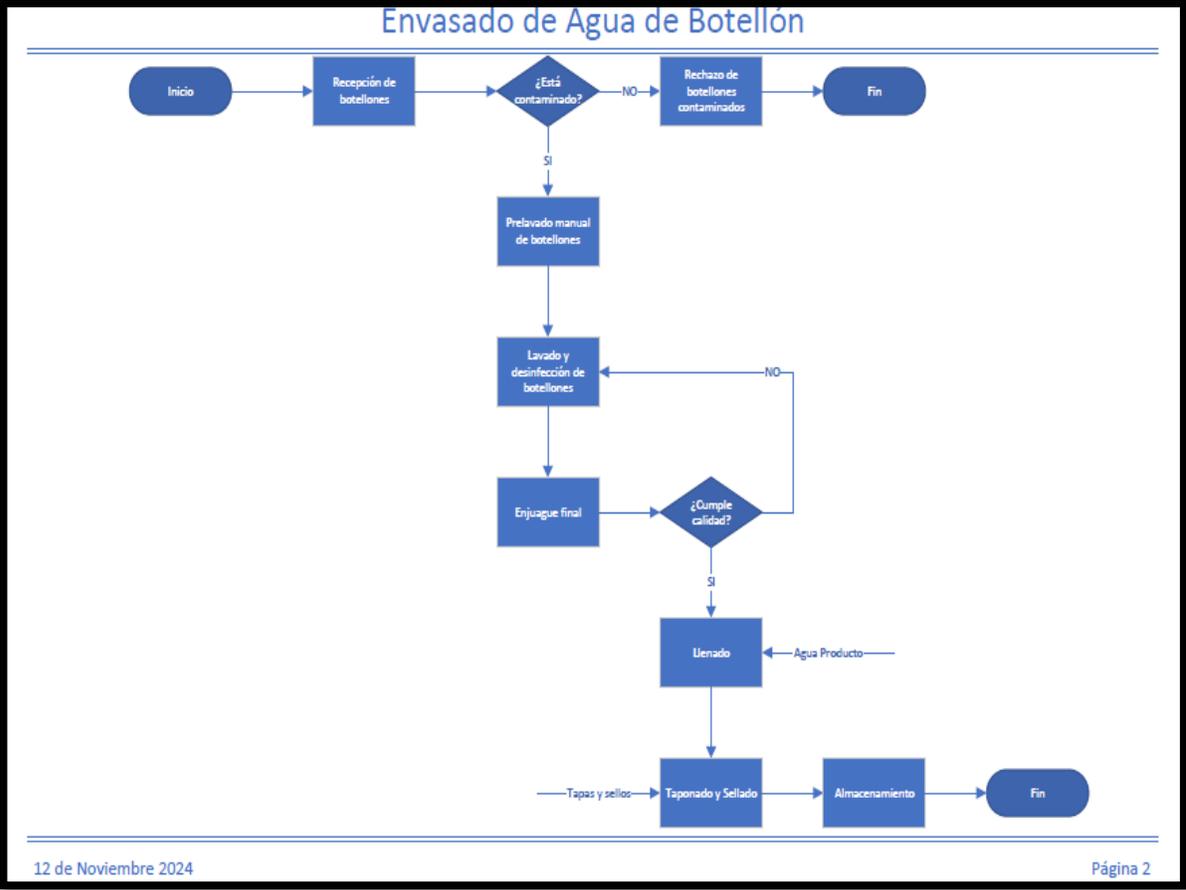
### Para un análisis más detallado, se requeriría:

- **Un diagrama de flujo:** Este diagrama detallaría la secuencia exacta de las operaciones y los equipos utilizados en cada etapa.
- **Especificaciones técnicas de los equipos:** Esto permitiría conocer las capacidades de cada equipo y los parámetros de diseño de la planta.
- **Análisis de calidad del agua:** Los resultados de los análisis de agua cruda y tratada proporcionarían información sobre la eficacia del tratamiento.



El diagrama de flujo presentado detalla de manera concisa el proceso de envasado de agua en botellón, desde la recepción de los envases hasta su almacenamiento final. A continuación, se realizará un análisis exhaustivo de cada etapa, considerando los aspectos críticos y las implicaciones en la calidad del producto final.

Figura 4. Diagrama del flujo propuesto del proceso de producción



## Descripción Detallada de Cada Etapa

### 1. Recepción de Botellones:

- **Objetivo:** Inicia el proceso con la recepción de los botellones que serán reutilizados.
- **Consideraciones:** Es fundamental que los botellones estén limpios y no presenten daños que comprometan la calidad del agua. Se debe establecer un sistema de identificación para rastrear cada lote de botellas.

### 2. ¿Está contaminado?

- **Objetivo:** Se realiza una inspección visual para identificar botellones con evidentes signos de contaminación.
- **Criterios de rechazo:** Botellones rotos, rayados, con manchas u olores extraños.
- **Implicaciones:** Los botellones contaminados pueden introducir partículas o microorganismos al agua, afectando su calidad.

### 3. Prelavado manual de botellones:

- **Objetivo:** Eliminar residuos visibles como etiquetas, polvo o restos de agua del proceso anterior.
- **Importancia:** Esta etapa es fundamental para garantizar la higiene del envase antes de someterlo a los procesos de limpieza y desinfección.

### 4. Lavado y desinfección de botellones:

- **Objetivo:** Eliminar cualquier microorganismo o residuo químico que pueda estar presente en la superficie del botellón.

- **Métodos:** Se utilizan detergentes alcalinos, ácidos y agua caliente, combinados con sistemas de lavado mecánicos para garantizar una limpieza efectiva.
- **Desinfectantes:** Se emplean desinfectantes químicos o físicos (como rayos UV) para eliminar cualquier microorganismo.
- **Importancia:** Esta etapa es crucial para prevenir la contaminación del agua envasada.

#### 5. Enjuague final:

- **Objetivo:** Eliminar los residuos de los detergentes y desinfectantes utilizados en las etapas anteriores.
- **Importancia:** Un enjuague completo garantiza que no queden residuos que puedan alterar el sabor o la calidad del agua.

#### 6. ¿Cumple calidad?

- **Objetivo:** Se realiza una inspección visual final para verificar que los botellones estén limpios y listos para ser llenados.
- **Criterios de rechazo:** Botellones con residuos visibles, rayaduras o deformaciones.

#### 7. Llenado:

- **Objetivo:** Introducir el agua purificada en los botellones.
- **Equipo:** Se utilizan llenadoras automáticas que garantizan un llenado preciso y rápido.
- **Consideraciones:** Es importante controlar la temperatura del agua y el nivel de llenado para evitar la formación de vacío o exceso de presión.

## 8. Tapas y sellos:

- **Objetivo:** Sellar herméticamente el botellón para preservar la calidad del agua y evitar contaminaciones.
- **Importancia:** Un cierre adecuado garantiza la vida útil del producto y la satisfacción del consumidor.

## 9. Taponado y sellado:

- **Proceso:** Las tapas se colocan en los botellones y se ajustan de forma segura.
- **Control de calidad:** Se verifica que las tapas estén bien ajustadas y no presenten fugas.

## 10. Almacenamiento:

- **Objetivo:** Almacenar los botellones en condiciones adecuadas para preservar la calidad del agua.
- **Condiciones:** Se requiere un ambiente limpio, seco y con una temperatura controlada para evitar la proliferación de microorganismos y la alteración del sabor del agua.

## Aspectos Críticos y Consideraciones Adicionales

- **Calidad del Agua:** La calidad del agua utilizada para el llenado es fundamental. Debe cumplir con los estándares establecidos por las autoridades sanitarias.
- **Higiene:** La higiene en todas las etapas del proceso es esencial para prevenir la contaminación del agua.
- **Control de Calidad:** Se deben realizar controles de calidad periódicos para garantizar que el producto final cumpla con los requisitos establecidos.

- **Mantenimiento de Equipos:** Los equipos utilizados en el proceso de envasado deben ser mantenidos y calibrados regularmente para asegurar su correcto funcionamiento.
- **Normativa:** El proceso de envasado debe cumplir con las normas y regulaciones establecidas por las autoridades sanitarias y ambientales.
- **Sostenibilidad:** Se deben implementar medidas para reducir el impacto ambiental, como la reutilización de materiales y la optimización del consumo de energía.

### 4.3. Estudio económico del proyecto

#### 4.3.1. Mano de obra

Tabla 2. Costos de la mano de obra directa

Crecimiento Anual	0.00%	Tasa U\$ - 24/12	C\$36.62	Comisión de Ventas	0.05%
-------------------	-------	------------------	----------	--------------------	-------

Mano de OBRA DIRECTA	Año 1 / Mes		Año 2 / Mes		Año 3 / Mes		Año 4 / Mes		Año 5 / Mes	
	Cant	Salario								
Operario de producción	1	\$ 240.69	1	\$ 240.69	1	\$ 240.69	1	\$ 240.69	1	\$ 240.69
Operario de lavado	1	\$ 240.69	1	\$ 240.69	1	\$ 240.69	1	\$ 240.69	1	\$ 240.69
			0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
			0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
			0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
			0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
			0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
			0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>\$ 481.37</b>								
<b>Total por año</b>		<b>\$ 5,776.45</b>								

Tabla 3. Costos de la mano de obra indirecta

Mano de OBRA INDIRECTA	Año 1 / Mes		Año 2 / Mes		Año 3 / Mes		Año 4 / Mes		Año 5 / Mes	
	Cant	Salario								
Jefe de Planta	1	\$ 500.00	1	\$ 500.00	1	\$ 500.00	1	\$ 500.00	1	\$ 500.00
			0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
			0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
			0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
			0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
			0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
			0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
			0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -	0	\$ -
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>\$ 500.00</b>								
<b>Total anual</b>		<b>\$ 6,000.00</b>								

### 4.3.2. Supuestos de ventas y costos

Tabla 4. Proyección de ventas

PROYECCIÓN DE VENTAS														
Línea de productos	Año 1			Año 2			Año 3			Año 4			Año 5	
	Unidades	Precio Unit	Total	Unidades	Precio Unit									
Botellón 18.92 litros (5 gal)	65,742	\$ 1.5278	\$ 100,439.17	65,742	\$ 1.56	\$ 102,447.95	65,742	\$ 1.59	\$ 104,496.91	65,742	\$ 1.62	\$ 106,586.85	65,742	\$ 1.65
			\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -
			\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -
			\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -
			\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -
<b>Total</b>	<b>65,742</b>		<b>\$ 100,439.17</b>	<b>65,742</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 102,447.95</b>	<b>65,742</b>		<b>\$ 104,496.91</b>	<b>65,742</b>		<b>\$ 106,586.85</b>	<b>85,465</b>	

Crec. Unid.: 0.00%  
Crec. Precio: 2.00%

Crec. Unid.: 0.00%  
Crec. Precio: 2.00%

Crec. Unid.: 0.00%  
Crec. Precio: 2.00%

Crec. Unid.: 30.00%  
Crec. Precio: 2.00%

Tabla 5. Detalle del costo bruto de producción por unidad

Materia Prima / Insumos	Botellón 18.92 litros (5 gal)	
	Costo	
Envases	\$ 0.1250	
Tapones	\$ 0.1260	
Sello	\$ 0.0080	
Detergente Clorado	\$ 0.0193	
Detergente Alcalino	\$ 0.0140	
Energía Eléctrica	\$ 0.1156	
<b>Total</b>	<b>\$ 0.4080</b>	<b>\$ 1.5278</b>
		<b>73%</b>
<b>Porcentaje de Incremento Anual Estimado</b>		<b>2.00%</b>

**Tabla 6. Proyección de costo bruto anual**

PROYECCIÓN DE COSTO BRUTO ANUAL															
MERCADO DE CONSUMO MASIVO															
Líneas de productos	Año 1			Año 2			Año 3			Año 4			Año 5		
	Unidades	Costo unitario	Total												
Botellón 18.92 litros (5 gal)	65,742	\$ 0.4080	\$ 26,821.57	65,742	\$ 0.4161	\$ 27,358.00	65,742	\$ 0.4245	\$ 27,905.16	65,742	\$ 0.4330	\$ 28,463.26	65,742	\$ 0.4416	\$ 29,032.53
	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -
	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -
	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -
	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -	0	\$ -	\$ -
<b>Total</b>	<b>65,742</b>		<b>\$ 26,821.57</b>	<b>65,742</b>		<b>\$ 27,358.00</b>	<b>65,742</b>		<b>\$ 27,905.16</b>	<b>65,742</b>		<b>\$ 28,463.26</b>	<b>65,742</b>		<b>\$ 29,032.53</b>

**Precio de venta C\$55**

**Tabla 7. Costo de la mano de obra directa con prestaciones**

MANO DE OBRA DIRECTA + PRESTACIONES					
Costo personal	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Empleados	2	2	2	2	2
Salarios	\$ 5,776.45	\$ 5,776.45	\$ 5,776.45	\$ 5,776.45	\$ 5,776.45
Prestaciones + seguridad social	\$ 2,801.58	\$ 2,801.58	\$ 2,801.58	\$ 2,801.58	\$ 2,801.58
<b>Total costo personal</b>	<b>\$ 8,578.03</b>				

Prestaciones	%
INSS Patronal	21.50%
INATEC	2.00%
Indemnización	8.33%
Aguinaldo	8.33%
Vacaciones	8.33%
<b>Total</b>	<b>48.50%</b>

**Tabla 8. Costo de la mano de obra indirecta con prestaciones**

MANO DE OBRA INDIRECTA + PRESTACIONES / PERSONAL SUB CONTRATADO					
Costo personal	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Empleados	1	1	1	1	1
Salarios	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00
Prestaciones + seguridad social	\$ 2,910.00	\$ 2,910.00	\$ 2,910.00	\$ 2,910.00	\$ 2,910.00
Personal Sub Contratado	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total costo personal</b>	<b>\$ 8,910.00</b>				

Tabla 9. Costo de la mano de obra indirecta con prestaciones

<b>Gastos Generales</b>					
<b>Detalles</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
Presupuesto de Mercadeo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Depreciación	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40
Mantenimiento Preventivo / Correctivo	\$ 3,126.60	\$ 3,189.13	\$ 3,252.91	\$ 3,317.97	\$ 3,384.33
Servicios básicos (agua, luz, telefono e internet)	\$ 102.00	\$ 104.04	\$ 104.04	\$ 104.04	\$ 104.04
Combustible Planta / Transporte Administrativo	\$ 1,000.00	\$ 1,020.00	\$ 1,040.40	\$ 1,061.21	\$ 1,082.43
Materiales de Limpieza (Planta)	\$ 480.00	\$ 489.60	\$ 499.39	\$ 509.38	\$ 519.57
Gastos Administrativos en general (Papelería y Limpieza)	\$ 480.00	\$ 489.60	\$ 499.39	\$ 509.38	\$ 519.57
1% sobre ventas	\$ 1,004.39	\$ 1,024.48	\$ 1,044.97	\$ 1,065.87	\$ 1,087.19
Matricula alcaldía (2%)		\$ 20.09	\$ 20.49	\$ 20.90	\$ 21.32
Control de Plaga	\$ 264.00	\$ 269.28	\$ 274.67	\$ 280.16	\$ 285.76
Análisis de Laboratorio	\$ 102.00	\$ 104.04	\$ 106.12	\$ 108.24	\$ 110.41
Combustible Transporte Botellones	\$ 6,083.33	\$ 6,205.00	\$ 6,329.10	\$ 6,455.68	\$ 6,584.80
<b>Gastos Generales</b>	<b>\$ 20,844.73</b>	<b>\$ 21,117.66</b>	<b>\$ 21,373.88</b>	<b>\$ 21,635.23</b>	<b>\$ 21,901.81</b>
<b>Gastos Generales (sin depreciación)</b>	<b>\$ 12,642.33</b>	<b>\$ 12,915.26</b>	<b>\$ 13,171.48</b>	<b>\$ 13,432.83</b>	<b>\$ 13,699.41</b>

**Porcentaje de Incremento Anual Estimado**

**2.00%**

Tabla 9. Gastos consolidados de la operación

<b>DATOS DE COSTOS Y GASTOS PARA ESTADOS FINANCIEROS</b>					
<b>Gastos de Operación del Plan de Negocio</b>					
<b>Gastos generales (Sin Depreciación)</b>	\$ 12,286.22	\$ 12,544.91	\$ 12,793.73	\$ 13,047.52	\$ 13,306.39
<b>Gastos de Administración (Mano de Obra Indirecta)</b>	\$ 891.00	\$ 891.00	\$ 891.00	\$ 891.00	\$ 891.00
<b>Gastos de Operación Totales</b>	<b>\$ 13,177.22</b>	<b>\$ 13,435.91</b>	<b>\$ 13,684.73</b>	<b>\$ 13,938.52</b>	<b>\$ 14,197.39</b>
<b>Costos de Venta del Plan de Negocio</b>					
<b>Materia Prima e Insumos</b>	\$ 26,821.57	\$ 27,358.00	\$ 27,905.16	\$ 28,463.26	\$ 29,032.53
<b>Mano de Obra Operativa (Directa)</b>	\$ 8,578.03	\$ 8,578.03	\$ 8,578.03	\$ 8,578.03	\$ 8,578.03
<b>Costos de Ventas Totales</b>	<b>\$ 35,399.60</b>	<b>\$ 35,936.03</b>	<b>\$ 36,483.19</b>	<b>\$ 37,041.29</b>	<b>\$ 37,610.56</b>

Tabla 10. Plan de inversión

PLAN DE INVERSIONES INICIALES					
Concepto	Inversión total	Financiamiento		Depreciación Anual	
	Monto	Fondos Propios	Préstamo	Vida Útil	Depreciación
<b>Terreno y Edificio</b>	\$ 45,840.00	\$ 22,920.00	\$ 22,920.00		\$ 4,584.00
Bodega de almacenamiento	\$ 4,840.00			10	\$ 484.00
Racks	\$ 4,000.00			10	\$ 400.00
Planta de producción	\$ 37,000.00			10	\$ 3,700.00
				10	\$ -
<b>Maquinaria y Equipo</b>	\$ 16,692.00	\$ 8,346.00	\$ 8,346.00		\$ 3,338.40
Oasis de Agua	\$ 14,000.00			5	\$ 2,800.00
Purificador de Ozono				5	\$ -
Bomba de Agua	\$ 986.00			5	\$ 197.20
Lampara UV	\$ 768.00			5	\$ 153.60
Mesa de llenado	\$ 570.00			5	\$ 114.00
Panel de automatización	\$ 368.00			5	\$ 73.60
				5	\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
<b>Mobiliario y Equipo de Oficina</b>	\$ -	\$ -	\$ -		\$ -
				2	\$ -
				2	\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
<b>Activos de Reposición</b>	\$ -	\$ -	\$ -		\$ -
				1	\$ -
				1	\$ -
<b>Equipos de Reparto</b>	\$ -	\$ -	\$ -		\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
				5	\$ -
<b>Total Activos Fijos</b>	\$ 62,532.00	\$ 31,266.00	\$ 31,266.00		\$ 7,922.40
<b>Capital de Trabajo</b>	\$ 5,473.77	\$ 2,736.89	\$ 2,736.89		\$ -
Capital Trabajo Inicial	\$ 5,473.77			-	

Tabla 11. Consolidado de gastos preoperativos del proyecto

Gastos pre Operativos (Activos Diferidos)	\$	1,400.00	\$	700.00	\$	700.00		\$	280.00
Gastos de Constitución	\$	1,000.00					5	\$	200.00
Permisos y Licencias	\$	200.00					5	\$	40.00
Diseño de Marca / Plataformas / Publicidad Previa							5	\$	-
Transporte e Instalación de Activos							5	\$	-
Reclutamiento y Capacitación							5	\$	-
Acondicionamiento de sitio							5	\$	-
Rotulación	\$	200.00					5	\$	40.00
		<b>Total</b>		<b>Fondos Propios</b>		<b>Préstamo</b>			<b>Depreciación</b>
<b>Inversión Total</b>	\$	<b>69,920.92</b>	\$	<b>34,960.46</b>	\$	<b>34,960.46</b>			
<b>Proporción Deuda - Capital</b>		<b>100%</b>		<b>50%</b>		<b>50%</b>		\$	<b>8,202.40</b>

Tabla 12. Depreciación de los activos

TABLA DE DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS (FIJOS + DIFERIDOS)					
Activos	1	2	3	4	5
Terreno y Edificio	\$ 4,584.00	\$ 4,584.00	\$ 4,584.00	\$ 4,584.00	\$ 4,584.00
Maquinaria y Equipo	\$ 3,338.40	\$ 3,338.40	\$ 3,338.40	\$ 3,338.40	\$ 3,338.40
Mobiliario y Equipo de Oficina	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Activos de Reposición	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Equipos de Reparto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos pre Operativos (Activos Diferidos)	\$ 280.00	\$ 280.00	\$ 280.00	\$ 280.00	\$ 280.00
Ampliaciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Depreciación Anual</b>	<b>\$ 8,202.40</b>				

Tabla 13. Amortización del préstamo

Tabla de amortización de préstamo				
Período	Cuota	Interés	Capital	Saldo
0				\$ 34,702.89
1	\$ 9,260.01	\$ 3,626.45	\$ 5,633.56	\$ 29,069.33
2	\$ 9,260.01	\$ 3,037.74	\$ 6,222.27	\$ 22,847.06
3	\$ 9,260.01	\$ 2,387.52	\$ 6,872.49	\$ 15,974.56
4	\$ 9,260.01	\$ 1,669.34	\$ 7,590.67	\$ 8,383.89
5	\$ 9,260.01	\$ 876.12	\$ 8,383.89	\$ -

Cálculo Cuota Préstamo	
Monto	\$ 34,702.89
Interés Anual	10.45%
Plazo en años	5
Cuota (Mensual)	(\$7,122.95)
Seguros	2%
<b>Cuota Total</b>	<b>\$ 7,265.41</b>

**Tabla 14. Rentabilidad del proyecto**

CÁLCULO DE RENTABILIDAD PROYECTADA (ESTDO DE RESULTADOS PRO FORMA)						
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
<b>Ventas</b>	\$ 100,439.17	\$ 102,447.95	\$ 104,496.91	\$ 106,586.85	\$ 108,718.58	
Costo de los bienes vendidos	\$ 35,399.60	\$ 35,936.03	\$ 36,483.19	\$ 37,041.29	\$ 37,610.56	
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>\$ 65,039.57</b>	<b>\$ 66,511.92</b>	<b>\$ 68,013.72</b>	<b>\$ 69,545.55</b>	<b>\$ 71,108.02</b>	
Gastos Generales (sin depreciación)	\$ 12,642.33	\$ 12,915.26	\$ 13,171.48	\$ 13,432.83	\$ 13,699.41	
Gastos Administración	\$ 8,910.00	\$ 8,910.00	\$ 8,910.00	\$ 8,910.00	\$ 8,910.00	
Depreciación	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	
<b>Total Gastos de Operación</b>	<b>\$ 29,754.73</b>	<b>\$ 30,027.66</b>	<b>\$ 30,283.88</b>	<b>\$ 30,545.23</b>	<b>\$ 30,811.81</b>	
<b>Utilidad de Operación</b>	<b>\$ 35,284.84</b>	<b>\$ 36,484.26</b>	<b>\$ 37,729.83</b>	<b>\$ 39,000.32</b>	<b>\$ 40,296.22</b>	
Intereses pagados	\$ 3,707.32	\$ 3,105.48	\$ 2,440.76	\$ 1,706.57	\$ 895.65	
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>\$ 31,577.52</b>	<b>\$ 33,378.77</b>	<b>\$ 35,289.08</b>	<b>\$ 37,293.75</b>	<b>\$ 39,400.56</b>	
Impuestos 30% IR	\$ 9,473.26	\$ 10,013.63	\$ 10,586.72	\$ 11,188.13	\$ 11,820.17	
<b>Utilidad neta</b>	<b>\$ 22,104.27</b>	<b>\$ 23,365.14</b>	<b>\$ 24,702.35</b>	<b>\$ 26,105.63</b>	<b>\$ 27,580.39</b>	
<b>EBITDA</b>	<b>\$ 43,487.24</b>	<b>\$ 44,686.66</b>	<b>\$ 45,932.23</b>	<b>\$ 47,202.72</b>	<b>\$ 48,498.62</b>	
<b>Margen de Utilidad Bruta</b>	64.76%	64.92%	65.09%	65.25%	65.41%	<b>65.08%</b>
<b>Margen de Utilidad Operativa</b>	35.13%	35.61%	36.11%	36.59%	37.06%	<b>36.10%</b>
<b>Margen de Utilidad Neta</b>	22.01%	22.81%	23.64%	24.49%	25.37%	<b>23.66%</b>

FLUJO DE FONDOS						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>Utilidad contable</b>		\$ 22,104.27	\$ 23,365.14	\$ 24,702.35	\$ 26,105.63	\$ 27,580.39
<b>Depreciación y Amortización</b>		\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40
<b>Inversiones</b>	\$ (62,532.00)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Gastos Pre Operativos</b>	\$ (1,400.00)					
<b>Capital de Trabajo</b>	\$ (7,021.47)					
<b>Prestamo</b>	\$ 35,476.74					
<b>Amortización de la Deuda</b>		\$ 5,759.18	\$ 6,361.02	\$ 7,025.75	\$ 7,759.94	\$ 8,570.85
<b>Flujo de fondos</b>	<b>\$ (35,476.74)</b>	<b>\$ 24,547.48</b>	<b>\$ 25,206.52</b>	<b>\$ 25,879.01</b>	<b>\$ 26,548.09</b>	<b>\$ 27,211.94</b>
<b>Dividendos</b>	33.00%	\$ 8,100.67	\$ 8,318.15	\$ 8,540.07	\$ 8,760.87	\$ 8,979.94
<b>Inversión</b>	67.00%	\$ 16,446.81	\$ 16,888.37	\$ 17,338.93	\$ 17,787.22	\$ 18,232.00
<b>Evolución del Flujo de Fondos</b>		24%	25%	25%	25%	25%

**Tabla 15. Punto de equilibrio del proyecto**

Punto de equilibrio (U\$)						
Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Porcentaje sobre ventas %	62%	61%	60%	59%	58%	
Punto de Equilibrio	\$ 62,573.75	\$ 62,870.28	\$ 63,103.68	\$ 63,288.85	\$ 63,419.30	
<b>Ventas</b>	<b>\$ 100,439.17</b>	<b>\$ 102,447.95</b>	<b>\$ 104,496.91</b>	<b>\$ 106,586.85</b>	<b>\$ 108,718.58</b>	
<b>Porcentaje sobre ventas %</b>	46%	45%	44%	44%	43%	
<b>Costos Fijos</b>	<b>\$ 45,863.87</b>	<b>\$ 46,081.22</b>	<b>\$ 46,252.29</b>	<b>\$ 46,388.01</b>	<b>\$ 46,483.63</b>	
Mano de Obra Directa	\$ 8,578.03	\$ 8,578.03	\$ 8,578.03	\$ 8,578.03	\$ 8,578.03	
Gastos Generales (sin depreciación)	\$ 12,642.33	\$ 12,915.26	\$ 13,171.48	\$ 13,432.83	\$ 13,699.41	
Gastos Administración	\$ 891.00	\$ 891.00	\$ 891.00	\$ 891.00	\$ 891.00	
Depreciación	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	
Intereses pagados	\$ 3,655.66	\$ 3,062.21	\$ 2,406.75	\$ 1,682.79	\$ 883.17	
Impuestos	\$ 11,894.45	\$ 12,432.31	\$ 13,002.63	\$ 13,600.96	\$ 14,229.61	
<b>Porcentaje sobre ventas %</b>	27%	27%	27%	27%	27%	
<b>Costos Variables</b>	<b>\$ 26,821.57</b>	<b>\$ 27,358.00</b>	<b>\$ 27,905.16</b>	<b>\$ 28,463.26</b>	<b>\$ 29,032.53</b>	
Costo de Venta (sin M.O.D.)	\$ 26,821.57	\$ 27,358.00	\$ 27,905.16	\$ 28,463.26	\$ 29,032.53	

Flujo de caja						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Saldo inicial		\$ 7,021.47	\$ 31,568.95	\$ 56,775.47	\$ 82,654.48	\$ 109,202.57
Ingresos (Utilidad contable)	\$ 70,953.47	\$ 22,104.27	\$ 23,365.14	\$ 24,702.35	\$ 26,105.63	\$ 27,580.39
Egresos	\$ 63,932.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización de la Deuda		\$ 5,759.18	\$ 6,361.02	\$ 7,025.75	\$ 7,759.94	\$ 8,570.85
Depreciación		\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40	\$ 8,202.40
Dividendo						
<b>Saldo final</b>	<b>\$ 7,021.47</b>	<b>\$ 31,568.95</b>	<b>\$ 56,775.47</b>	<b>\$ 82,654.48</b>	<b>\$ 109,202.57</b>	<b>\$ 136,414.52</b>

<b>Evolución del Flujo de Caja</b>	31%	55%	79%	102%	125%
------------------------------------	-----	-----	-----	------	------

## **CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN**

En función de los objetivos planteados y las preguntas de investigación, las conclusiones son las siguientes:

### **5.1. Diseño técnico y capacidad de producción**

Se ha determinado que el diseño más adecuado para una capacidad de producción diaria de 2,000 botellones de 5 galones incluye tecnologías avanzadas de filtración, purificación y envasado. Estas tecnologías cumplen con los requerimientos de calidad y eficiencia necesarios para garantizar un producto final competitivo en el mercado. Además, el sistema de envasado incluye equipos con eficiencia energética que operan con un consumo de 5.2 kWh por cada 1,000 botellones producidos, lo que garantiza costos operativos competitivos.

### **5.2. Requerimientos técnicos y legales**

Se identificaron y seleccionaron equipos que cumplen con los estándares técnicos y legales nacionales, como los establecidos en la norma NTON 03-040-03 para agua envasada, asegurando la calidad sanitaria y de producción. El diseño considera un sistema de ósmosis inversa con una capacidad de purificación de hasta 3,000 litros por hora, lo cual proporciona un margen de seguridad del 50% sobre la capacidad diaria requerida, evitando cuellos de botella en el proceso.

### **5.3. Viabilidad económica**

El estudio económico demostró que el proyecto es financieramente viable con un 64.76% de margen de utilidad bruta y 22% de utilidad neta en el primer año. Los costos de inversión inicial y operación están alineados con las proyecciones de ingresos, asegurando un retorno favorable para los inversionistas. El cálculo del punto de equilibrio confirmó la sostenibilidad del proyecto a mediano plazo.

#### **5.4. Impacto ambiental y social**

Se han integrado prácticas sostenibles que reducen el impacto ambiental del proyecto. Adicionalmente, la implementación de la planta generará empleos locales y promoverá el desarrollo económico en la ciudad de Rivas.

#### **5.5. Futuras líneas de investigación**

Este proyecto abre la posibilidad de explorar mejoras en la automatización de procesos, la reducción de costos operativos y la implementación de sistemas de gestión de calidad más avanzados. Asimismo, se sugiere analizar la expansión de la capacidad de producción para atender mercados regionales.

Con una capacidad de producción instalada del 120% respecto a la demanda actual proyectada, el diseño permite escalabilidad para atender mercados regionales en departamentos aledaños a Rivas. Además, se sugiere evaluar tecnologías adicionales para la reutilización del agua de enjuague, lo que podría reducir el consumo hídrico en un 15% y generar ahorros anuales de hasta C\$150,000 en costos operativos.

Estas conclusiones confirman que el diseño de la línea de envasado de agua purificada es una solución integral que satisface las necesidades técnicas, económicas y sociales del contexto en que se implementará.

## **CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES**

### **6.1. Optimización de los procesos productivos**

Se recomienda implementar un sistema de monitoreo en tiempo real para controlar las variables críticas del proceso, como la calidad del agua, presión de las bombas y desempeño de los filtros. Esto garantizará una operación eficiente y reducirá los costos por mantenimiento correctivo. Además, se sugiere realizar un mantenimiento preventivo mensual en los equipos principales para evitar paradas inesperadas y optimizar la productividad.

### **6.2. Gestión de calidad**

Establecer un sistema de gestión de calidad basado en normas internacionales como ISO 22000 o similares. Esto incluye la capacitación del personal en buenas prácticas de manufactura y la realización de auditorías internas periódicas para garantizar el cumplimiento de los estándares sanitarios y regulatorios aplicables.

### **6.3. Mejoras en sostenibilidad ambiental**

Incorporar sistemas de reutilización del agua de enjuague en el proceso de lavado de botellones, lo que podría reducir el consumo hídrico en un 15%. También se recomienda utilizar energía solar para alimentar parte de los equipos, lo que disminuiría el costo operativo y la huella de carbono de la planta.

### **6.4. Desarrollo del mercado y expansión**

Crear una estrategia de mercadeo que eduque a los consumidores sobre los beneficios del agua purificada y los valores sostenibles de la empresa. Esta estrategia puede incluir promociones, alianzas con comercios locales y la creación de programas de fidelización. Asimismo, evaluar la posibilidad de expandir la cobertura a otros departamentos cercanos, aprovechando la capacidad instalada del sistema.

#### 6.5. Evaluación económica continua

Implementar un sistema de análisis financiero continuo que permita evaluar la rentabilidad del proyecto en diferentes escenarios de mercado. Esto incluirá la revisión periódica de los costos de producción, márgenes de ganancia y niveles de inventario, para asegurar la sostenibilidad económica a largo plazo.

#### 6.6. Automatización y digitalización

Considerar la automatización de procesos clave, como el control de inventarios y el seguimiento de pedidos, mediante software de gestión empresarial (ERP). Esto aumentará la eficiencia operativa, reducirá errores humanos y permitirá una mejor toma de decisiones basada en datos.

#### 6.7. Alianzas estratégicas

Establecer convenios con proveedores locales para garantizar el abastecimiento de insumos a precios competitivos y con distribuidores que permitan optimizar la logística de entrega del producto terminado. Esto también incluye explorar alianzas con organismos de certificación que validen los estándares de calidad y sostenibilidad de la empresa.

#### 6.8. Capacitación continua del personal

Invertir en programas de formación técnica para los operarios y administrativos de la planta, especialmente en temas como manejo de equipos, sostenibilidad y atención al cliente. Esto no solo mejorará la calidad del producto final, sino que también fortalecerá la cultura organizacional.

#### 6.9. Monitoreo y evaluación de impacto social

Implementar un sistema para medir el impacto social del proyecto en la comunidad local, incluyendo indicadores de generación de empleo, acceso a agua purificada y contribución al desarrollo económico regional. Esto permitirá identificar áreas de mejora y fortalecer el compromiso social del proyecto.

#### 6.10. Exploración de nuevas presentaciones de producto

Analizar la viabilidad de incorporar nuevas presentaciones, como botellas individuales de menor capacidad (500 ml o 1 litro), que puedan atender nichos de mercado específicos, como viajeros y consumidores jóvenes, aumentando la diversificación y rentabilidad del proyecto.

Estas recomendaciones están orientadas a fortalecer la viabilidad técnica, económica y social del proyecto, garantizando su sostenibilidad y posicionamiento en el mercado a largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Sampieri, R. H. (2018). Metodología de la investigación. McGraw-Hill Education.
- Goldratt, E. M. (1992). La Meta: Un Proceso de Mejora Continua [The Goal: A Process of Ongoing Improvement]. Granica.
- Deming, W. E. (2022). Calidad, productividad y competitividad: La salida de la crisis. Editorial Díaz de Santos.
- Fernández, J. (2018). Gestión de la Capacidad en la Producción [Capacity Management in Production]. Editorial Díaz de Santos.
- Mentzer, J. T., & Moon, M. A. (2024). Pronóstico de la Demanda en la Cadena de Suministro. Pearson.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). Operations Management (6th ed.). Pearson Education.
- Pérez, M., et al. (2023). Manual de Planificación Estratégica Empresarial [Libro impreso]. Ediciones Especializadas.
- García, L. (2020). Diseño de la Distribución en Planta [Plant Layout Design]. Ediciones Paraninfo.
- Groover, M. P. (2013). Fundamentals of modern manufacturing: Materials, processes, and systems (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Ruíz, J. (2020). Gestión de Procesos: Métodos y Herramientas [Libro impreso]. Ediciones de la Universidad.
- Martínez, P. (2022). Manual de compresores industriales. Editorial Gama.
- Sánchez, R., et al. (2021). Máquinas y sistemas térmicos. Editorial GHI.
- García, L. (2017). Sistemas de transporte en la industria moderna. Editorial Técnica.
- Díaz, A. (2017). Bombas y sistemas de bombeo. Editorial MNO.
- Pérez, L. (2023). Sistemas digitales y microprocesadores. Editorial PQR.
- García, D., & Martín, F. (2020). Tecnología de fabricación. Editorial STU.

- Ruíz, J. (2019). Tecnología de hornos industriales. Editorial VWX.
- Fernández, G., et al. (2021). Ingeniería de sistemas de refrigeración. Editorial YZT.
- Hernández, R. (2018). Refrigeración industrial: Principios y aplicaciones. Editorial UVW.
- Alonso, M., & Gómez, N. (2022). Procesos de fabricación mecánica. Editorial XYZ.
- Pérez, A., & Ramírez, J. (2020). Manual de válvulas industriales. Editorial ABC.
- ISO 9001:2015 - Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos 8.1 Planificación y control operacionales