



UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

SEDE: GUAYAQUIL

CARRERA DE INGIENERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UNA  
EMPRESA QUE REALIZA PRODUCTOS QUÍMICOS EN EL CANTÓN DURÁN**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Industrial

**AUTORES:** Zjelko Andrés Knezevich Rodríguez

Dany Paul Ramos Matailo

**TUTORA:** Ing. Laura Garcés Villón, MBA

Guayaquil - Ecuador

2023

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA DEL TRABAJO DE  
TITULACION**


Nosotros, Zjelko Andrés Knezevich Rodríguez, con documento de identificación N°0950343863, y Dany Paul Ramos Matailo, con documento de identificación N°1105750564, manifestamos lo siguiente:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 24 de agosto del año 2023

Atentamente,

  
Zjelko Andrés Knezevich Rodríguez  
0950343863

  
Dany Paul Ramos Matailo  
1105750564

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**


Nosotros, Zjelko Andrés Knezevich Rodríguez, con documento de identificación No. 0950343863, y Dany Paul Ramos Matailo, con documento de identificación No.1105750564, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento, cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico. ***“Propuesta de elaboración de un plan de mantenimiento para una empresa que realiza productos químicos en el cantón Durán”***, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de agosto del año 2023

Atentamente,

  
Zjelko Andrés Knezevich Rodríguez  
0950343863

  
Dany Paul Ramos Matailo  
1105750564

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO TITULACIÓN

Yo, Ing. Laura Leonor Garces Villon, MBA con documento de identificación N° 0919343962 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ***“Propuesta de elaboración de un plan de mantenimiento para una empresa que realiza productos químicos en el cantón Duran”*** realizado por Zjelko Andrés Knezevich Rodríguez, con documento de identificación No. 0950343863, y por Dany Paul Ramos Matailo, con documento de identificación No.1105750564, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Ingeniero Industrial que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de agosto del año 2023.

Atentamente,



---

Ing. Laura Leonor Garces Villon, MBA  
0919343962

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis elaborada a mi familia, amigos de la vida y a mis mascotas Blacky, Molly y Hunter por haber estado en mi camino de aprendizaje durante toda mi vida mostrándome su apoyo condicional, conocimientos y también a seguir adelante ante cualquier adversidad.

***Andrés Knezevich***

Dedico este trabajo principalmente al Señor, quien me dio la vida y me ayudó a llegar a este fundamental punto en mi preparación universitaria. A mi madre por ser mi soporte más importante y siempre mostrarme su amor y ser mi pilar incondicional. A mi familia por haber compartido momentos importantes conmigo y siempre estar dispuestos a escuchar y ayudar en cualquier momento.

***Dany Ramos***

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradecer a mi familia por apoyarme en toda mi formación de profesionalidad, por los consejos de vida, por la motivación dada durante estos años que sin duda alguna no olvidare todo esto y estaré eternamente agradecido.

A mis amigos de la vida y amigos de la Universidad con quienes he vivido buenos y también malos momentos agradezco siempre su alegría, su actitud y su solidaridad.

Y, por último, agradezco a Dios por permitirme vivir y finalizar esta etapa estudiantil.

¡GRACIAS TOTALES!

*Andrés Knezevich*

Doy gracias a Dios por concederme una familia maravillosa que siempre cree en mí, me da ejemplo en cuanto a superación, humildad y abnegación; me enseñó a apreciar todo lo que tengo.

*Dany Ramos*

## RESUMEN

Esta investigación se enfoca en la realización de un plan de mantenimiento, para una industria empleada para la elaboración de productos químicos en el Cantón Durán. El propósito principal es mejorar la confiabilidad y eficiencia de los instrumentos aplicados en la planta, con el objetivo de reducir el tiempo de paros imprevistos y perfeccionar el uso de bienes.

El proceso de investigación se ha desarrollado en varias etapas clave. Como primer paso, se ha dirigido a cabo una preparación integral de los equipos y sistemas utilizados en la planta, identificando los componentes críticos y sus principales áreas de riesgo. A continuación, se ha aplicado el método del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) para evaluar la criticidad, la frecuencia de fallos y las posibles consecuencias de mal funcionamiento de cada equipo.

La propuesta de plan de mantenimiento se basa en los resultados del análisis RCM y específicamente adaptado a las obligaciones y particularidades de la empresa. Se han establecido intervalos de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo para cada equipo, asegurando que las intervenciones se realicen de manera planificada y oportuna. Además, se han definido procedimientos de monitoreo y seguimiento para garantizar la eficacia a largo plazo del plan.

La ejecución del plan de mantenimiento ha arrojado resultados significativos en términos de limitar el tiempo inactivo no planificados, aumento en la productividad y ahorro de costos. Los equipos críticos son monitoreados de manera regular, y las acciones de mantenimiento se ejecutan de acuerdo con las necesidades reales y las pautas establecidas en el plan.

**Palabras claves: Equipos, RCM, Plan de Mantenimiento.**

## ABSTRACT

This investigation focuses on the realization of a maintenance plan, for an industry used for the elaboration of chemical products in the Durán Canton. The main purpose is to improve the reliability and efficiency of the instruments applied in the plant, with the objective of reducing the time of unforeseen stoppages and improving the use of goods.

The research process has unfolded in several key stages. As a first step, a comprehensive preparation of the equipment and systems used in the plant has been carried out, identifying the critical components and their main risk areas. Next, the Reliability Centered Maintenance (RCM) method has been applied to evaluate the criticality, the frequency of failures and the possible consequences of malfunctioning of each piece of equipment.

The maintenance plan proposal is based on the results of the RCM analysis and specifically adapted to the obligations and particularities of the company. Preventive, predictive and corrective maintenance intervals have been established for each piece of equipment, ensuring that interventions are carried out in a planned and timely manner. In addition, monitoring and follow-up procedures have been defined to ensure the long-term effectiveness of the plan.

Execution of the maintenance plan has yielded significant results in terms of limiting unplanned downtime, increased productivity, and cost savings. Critical equipment is monitored on a regular basis, and maintenance actions are carried out in accordance with real needs and the guidelines established in the plan.

**Keywords: Equipment, RCM, Maintenance Plan**



## INDICE GENERAL

<b>CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACION...</b>	<b>ii</b>
<b>CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA.....</b>	<b>iii</b>
<b>CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO TITULACIÓN .....</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>TITULO .....</b>	<b>xv</b>
<b>GLOSARIO DE TERMINOS .....</b>	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>2</b>
<b>1 PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 JUSTIFICACION.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.2 OBJETIVO ESPECIFICO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.3 OBJETIVO BENEFICIARIO .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5 DELIMITACION .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5.1 DELIMITACION ESPACIAL.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>6</b>
<b>2 MARCO TEORICO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 PLAN DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 USO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DENTRO DE UNA INDUSTRIA QUÍMICA.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4.1 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....</b>	<b>9</b>
<b>2.5 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....</b>	<b>9</b>

2.5.1	VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	10
2.5.2	DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	10
2.6	CONCEPTO DE CALCULO DE RENDIMIENTO DE IMPORTANCIA DE LOS EQUIPOS METODO RCM .....	10
2.7	EQUIPOS DEL AREA PRODUCCION .....	11
2.7.1	AGITADOR INDUSTRIAL.....	11
2.7.2	REACTOR DE TANQUE QUIMICO.....	12
2.7.3	MOTOR ELECTRICO.....	13
2.7.4	PARTES DE UN MOTOR ELECTRICO.....	14
2.7.5	REACTOR DE MEZCLA DE POLVOS HORIZONTAL.....	15
2.7.6	BALANZA INDUSTRIAL .....	15
2.8	EQUIPOS DEL AREA DE CONSUMO MASIVO .....	16
2.8.1	CODIFICADORA INDUSTRIAL.....	16
2.8.2	MAQUINA LLENADORA DE LIQUIDOS .....	17
2.8.3	HORNO TRANSPORTADORA.....	18
2.8.4	SELLADORA DE PRODUCTOS .....	18
2.9	SISTEMAS DE OSMOSIS .....	19
2.10	EQUIPOS DE UN SISTEMA DE OSMOSIS .....	19
2.10.1	BOMBA DE AGUA .....	19
2.10.2	MEMBRANAS OSMOSIS INVERSAS.....	20
2.10.3	BOMBA DOSIFICADORA DE CLORO.....	20
2.10.4	ABLANDADORES DE SISTEMA DE OSMOSIS.....	21
CAPITULO III.....		23
3	MARCO METODOLOGICO .....	23
3.1	MUESTRA.....	23
3.2	DESCRIPCION DE CADA AREA.....	24
3.3	INSTRUMENTOS.....	26
3.4	OBTENCION DE DATOS .....	29
3.5	CLASIFICACION DE AREAS QUE SE REALIZARAN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	29
3.6	FORMATO DE PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA (ACTUALMENTE).....	31
CAPITULO IV .....		32
4	RESULTADOS .....	32
4.1	DESCRIPCIÓN DEL NUEVO PLAN DE MANTENIMIENTO REALIZADO .....	32

<b>4.2</b>	<b>ANALISIS RCM DE LOS EQUIPOS DE CADA AREA.</b> .....	<b>35</b>
<b>4.3</b>	<b>RENDIMIENTO EN PORCENTAJE DE IMPORTANCIA DE LOS EQUIPOS</b> .....	<b>46</b>
<b>4.4</b>	<b>TIEMPO DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS</b> .....	<b>47</b>
<b>4.5</b>	<b>RESULTADOS FINALES</b> .....	<b>48</b>
	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>51</b>
	<b>BIBLOGRAFIA</b> .....	<b>52</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>56</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla #1 Control de Inventario – Área de Producción .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla #2 Control de Inventario – Área de Planta de Osmosis .....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla #3 Control de Inventario – Área de Consumo Masivo .....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla #4 Equipos de Planta de Osmosis .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla #5 Equipos de Área de Consumo Masivo .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla #6 Equipos de Área de Producción .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla #7 - Plan de mantenimiento de la empresa actualmente .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla #8 - Frecuencia de Tiempo de mantenimiento de los equipos.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla #9 - Formato elaborado para el Cronograma de Mantenimiento Preventivo de los equipos para la empresa de Duran .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla #10 - Formato elaborado para el control de registros de Mantenimiento Preventivo de los equipos para la empresa de Duran.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla #11 – RCM Bomba de agua.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla #12 - Valor de repuestos de Bomba de agua .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla #13 - RCM de Membranas de Osmosis.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla #14 - Valor de repuestos de Membranas plásticas .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla #15 - RCM de Motor Eléctrico .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla #16 - Valor de repuestos de Motor Eléctrico .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla #17 - RCM de Selladora .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla #18 - Valor de repuestos de Selladora .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla #19 - RCM de Cabezal.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla #20 - Valor de repuestos de Cabezal.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla #21 - RCM de Codificadora .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla #22 - Valor de repuestos de Codificadora .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla #23 - RCM de Llenadora de 4-6 Boquillas .....</b>	<b>42</b>

<b>Tabla #24 - Valor de repuestos de Llenadora.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla #25 - RCM del Horno Transportador .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla #26 - Valor de repuestos de Horno Transportador .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla #27 - RCM del Reactor Tanque .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla #28 - Valor de repuestos de Reactor Tanque .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla #29 -RCM del Panel de control eléctrico .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla #30 - Valor de repuestos de Panel de Control Eléctrico .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla #31 - Porcentaje de Importancia de los equipos en la planta .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla #32 - Cronograma de Mantenimiento / Planta de Osmosis .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla #33 - Control de Mantenimiento / Planta de Osmosis .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla #34 - Cronograma de Mantenimiento / Área de Consumo Masivo.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla #35 - Control de Mantenimiento / Área de Consumo Masivo .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla #36 - Cronograma de Mantenimiento / Área de Producción.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla #37 - Cronograma de Mantenimiento / Área de Producción.....</b>	<b>50</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura #1 - Ubicación geográfica .....</b>	<b>5</b>
<b>Figura #2 - Agitador Industrial.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura #3 - Agitador Industrial de la empresa .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura #4 - Reactor Tanque .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura #5 - Reactor Tanque de la empresa .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura #6 - Motor eléctrico.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura #7 - Rotor de Motor .....</b>	<b>14</b>
<b>Figura #8 - Estator de Motor.....</b>	<b>14</b>
<b>Figura #9 - Mezcladora de polvos químicos.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura #10 - Balanza Industrial .....</b>	<b>16</b>
<b>Figura #11 - Codificadora Industrial.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura #12 -Llenadora de 6 boquillas.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura #13 - Llenadora de 4 boquillas.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura #14 - Horno Transportadora.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura #15 - Maquina Selladora .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura #16 - Bomba de agua.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura #17 - Membrana plastica de Osmosis.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura #18 - Bomba dosificadora de cloro .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura #19 - Ablandadores y Cabezales .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura #20 - Plano de la empresa.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura #21 - Entrevista Ingenuera de Producción .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura #22 - Entrevista a Gerente de Planta.....</b>	<b>28</b>

## TITULO

Propuesta de elaboración de un plan de mantenimiento para una empresa que realiza productos químicos en el cantón Duran.

## GLOSARIO DE TERMINOS

**Acción preventiva:** Actividades desarrolladas para descartar las causas de un incumplimiento, defecto o diferente disposición arriesgada que pueda ocurrir con el fin de evitar que ocurran.

**Química:** La química es una ciencia cuyo fin no es sólo el descubrimiento sino sobre todo la creación, porque es el arte de complicar la materia.

**Propuesta:** Se refiere a una oferta, trato o pensamiento hecho a una persona con un fin particular.

**Elaborar:** Transformar una cosa para obtener un producto mediante un trabajo adecuado.

**Proyecto:** Implica un grupo de acciones que deben realizarse juntas de una manera particular para producir un beneficio o conveniencia particular que pueda convencer una exigencia o resolver problemas dentro de un presupuesto, un libro y un tiempo específicos. tiempo.

**Plan:** Es un patrón sistemático que se desarrolla antes de que se tome una acción para guiarlo y guiarlo.

**Mantenimiento:** Conjunto de medidas para eliminar errores y desviaciones en el funcionamiento de los equipos en el momento en que aparecen y cuando el equipo no está en funcionamiento.

**Producción:** Es una actividad que aporta valor añadido mediante la creación y distribución de bienes y servicios, es decir, crear productos o servicios creando valor.

## INTRODUCCION

En Ecuador, la industria de productos químicos ha percibido un aumento destacado en los últimos tiempos, siendo una zona importante para el crecimiento económico nacional. Ya que abastece una amplia variedad de áreas, como, por ejemplo: la agricultura, la manufactura y la industria farmacéutica. En este contexto, resulta pertinente analizar el crecimiento de esta industria y su efecto en las finanzas nacionales. Según el informe emitido por el Banco Central del Ecuador (Industria, D., & Químico, E. N. 2021) y la Cámara de Industrias, se ha observado un incremento significativo en la producción de productos químicos elaborados a nivel local.

El propósito de este trabajo de investigación es garantizar el óptimo rendimiento y aumentar la durabilidad de los equipos, maquinarias y sistemas empleados en la fabricación y procesamiento de sustancias químicas. Se busca conservar los recursos y la credibilidad de los equipos, maximizar su eficiencia operativa y prevenir riesgos de seguridad y medioambientales asociados a los procesos químicos. Además, el plan tiene como objetivo controlar y minimizar los costos de mantenimiento, efectuar con los patrones regulatorios y normativas de seguridad de la industria química, establecer programas de inspección y mantenimiento preventivo, registrar y analizar datos para mejorar los procedimientos y promover una cultura de mantenimiento proactivo en todo el personal. En resumen, el objetivo es garantizar una operación segura, eficiente y confiable de los activos físicos, optimizando recursos y cumpliendo con las regulaciones aplicables.



## CAPITULO I

### 1 PROBLEMA

#### 1.1 ANTECEDENTES

Es una industria líder en el sector de productos de limpieza, que se ha notado en su progreso constante en toda Latinoamérica. Con una amplia gama de soluciones disponibles en su inventario, se complace de ser la única fuente necesaria para complacer las necesidades de limpieza de sus clientes. Este enfoque integral permite a los clientes ahorrar tiempo y dinero al obtener todos los productos que necesitan de una sola fuente confiable.

A lo largo de más de 60 años, han establecido un estándar de excelencia en la industria. Su compromiso con productos sin igual, programas de capacitación y software de administración de custodia ha sido reconocido ampliamente.

En el Ecuador, estos productos y servicios están dirigidos a diferentes sectores, como el automotriz, avícola, construcción, naviero, hospitalario, hotelero, alimentario, minero, pesquero, entre otros.

La empresa se ha destacado por ser la pionera en la introducción de productos químicos en el país, brindando calidad, servicio y asesoramiento técnico, estableciendo una reputación de confianza en el mercado.

Tres emprendedores jóvenes tuvieron la visión de establecer una compañía de productos químicos que pudiera satisfacer las exigencias de conservación e higiene profesional. En el mes mayo del año 1956, los creadores, E.T. Swigart, Nord L. Simpson y C.D. Werner, dieron vida a esa visión al iniciar una empresa en la elaboración de productos químicos. Desde entonces, la compañía ha experimentado un notable crecimiento y se ha transformado en uno de los jefes mundiales en la elaboración de productos químicos institucionales (Spartan, 2023).

## **1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

La empresa se encuentra localizada en el cantón Duran, provincia del Guayas. Se dedica a la elaboración de productos químicos específicamente para hospitales, restaurantes, hoteles, hogar, etc. La planta trabaja con equipos eléctricos que hay en la planta de osmosis, en los reactores de la zona de producción y el área de consumo masivo.

En una visita ínsitu, se evidencio que la planta cuenta con un encargado que solo tiene un conocimiento básico de electricidad, el cual realiza controles a los equipos en días sin ninguna planificación preventiva. Se realizan siempre mantenimientos correctivos y no preventivos en los maquinas eléctricas.

Se ha identificado que la industria no cuenta con una sección de mantenimiento, por lo tanto, no tiene un plan para que los equipos de las distintas áreas tengan una revisión idónea de acuerdo con las características de las maquinas que como consecuencia puede generar daños a futuros y generar perdidas a la empresa.

Con el avance de la propuesta se planteará la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo debido a que la jefa de planta y la ingeniera encargada del área de producción no tienen un debido control o historial del mantenimiento de las maquinas que están en la industria. Y no tienen el conocimiento para mantener adecuadamente el equipo de la fábrica.

### **1.3 JUSTIFICACION**

Se justifica la necesidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la industria como objetivo de investigación. Actualmente, la empresa se encuentra realizando el mantenimiento de manera informal y no cuenta con un plan estructurado y formalizado. Esto conlleva diversos inconvenientes, como la carencia de una programación apropiada de las funciones de mantenimiento, la falta de respaldo y control de las tareas realizadas, y la posibilidad de que ocurran fallas y averías imprevistas que afecten la producción y la capacidad de los equipos.

La finalidad primordial de esta investigación es progresar y realizar un plan de mantenimiento preventivo que ayude en la mejora de la gestión del mantenimiento en la industria. Mediante la aplicación de un enfoque sistemático y planificado, se busca optimizar los tiempos muertos no proyectados, extender el ciclo de vida, mejorar la eficacia operacional y minimizar los costos asociados a las reparaciones y cambios no planificados.

Además, este plan de mantenimiento preventivo contribuirá a establecer una ilustración de mantenimiento proactivo en la empresa, fomentando la participación de todo el personal en la preservación y atención de los equipos. Asimismo, se cumplirán los estándares regulatorios y normativas de seguridad establecidos para la industria, asegurando un ambiente laboral seguro y cumpliendo con las responsabilidades legales y éticas.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Implementar un plan de mantenimiento para una empresa de productos químicos mediante la optimización de los procesos de sus equipos que generen un correcto funcionamiento.

#### **1.4.2 OBJETIVO ESPECIFICO**

- Examinar y evaluar los equipos utilizados por la planta a fin de desarrollar un plan de mantenimiento
- Diseñar un plan de mantenimiento ajustado a la necesidad de la planta industrial química.
- Implementar el plan de mantenimiento de acuerdo con la situación de la empresa.

### 1.4.3 OBJETIVO BENEFICIARIO

Se estima que la elaboración, aprobación y el uso del plan de mantenimiento en la planta química ubicada en el cantón Duran, brindara como resultado un buen control a los equipos de la empresa, obteniendo excelente condición en la fabricación de los productos que se realizan y venden a sus clientes a nivel nacional.

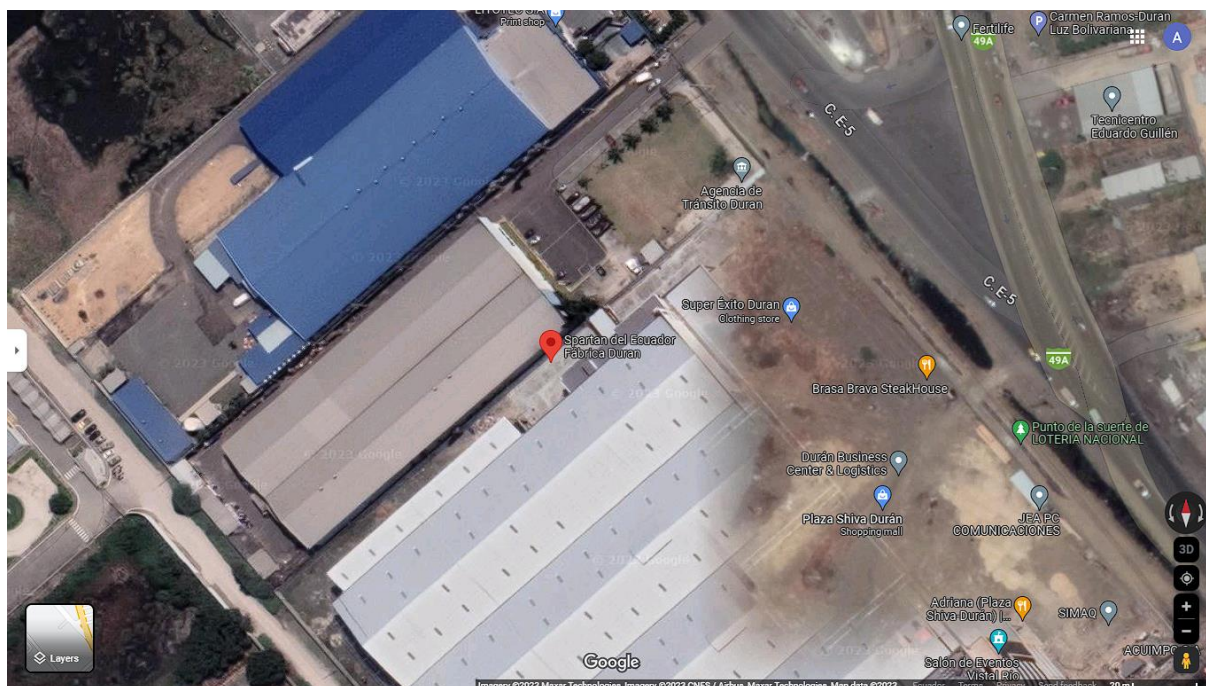
Según la información recopilada durante la investigación, la empresa cuenta con un total de 20 trabajadores, incluyendo al gerente y empleados de distintas áreas en la planta.

## 1.5 DELIMITACION

### 1.5.1 DELIMITACION ESPACIAL

El Cantón Durán está situado en la ribera oriental del río Guayas, de cara a la ciudad de Guayaquil, con la cual está conectado a través del puente de la Unidad Nacional. El cantón contiene tres parroquias: Eloy Alfaro, Divino Niño y El Recreo. Según los datos oficiales proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el censo de 2010, se estima que el cantón cuenta con una población de 315.724 habitantes.

***Figura #1: Ubicación geográfica***



## CAPITULO II

### 2 MARCO TEORICO

#### 2.1 ESTADO DEL ARTE

Debido a la propuesta de diseño del plan de mantenimiento preventivo en la industria química, en el Cantón Duran, provincia del Guayas, se ha encontrado datos sobre el considerable número de incidentes que ocurren en el área de producción, ya que no cuenta con personal capacitado para el mantenimiento en esta área.

Gracias al diseño técnico donde se podrá obtener más confiabilidad y disponibilidad, lo cual nos dará como resultado cumplir con el trabajo apropiado. Para ello, se llevara a cabo en la industria química, el proyecto de plan de mantenimiento preventivo para aumentar la efectividad del mecanismo y el equipo de la industria química, con la idea principal de identificar los problemas con mayor número de fallas, paradas imprevistas, lo cual puede conducir a servicios de alto costo; para ello se utilizara herramientas como el esquema de Pareto para mantener un análisis eficiente e importante, para alcanzar la optimización de gestión de mantenimiento. (Salguero, 2022)

#### 2.2 PLAN DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento es un grupo de técnicas y procedimientos que nos conceden prevenir daños en los equipos y realizar los cambios y reparaciones apropiados para que sigan funcionando correctamente.

En resumen, el propósito principal del mantenimiento es permitir a la empresa ganar más dinero y evitar pérdidas debido a fallas en los componentes o paradas no planificadas en todas las zonas de trabajo de la industria.

De esta forma, toda compañía debe asegurar la operación de los activos fijos con la debida eficiencia y eficacia. Esto incluye varios pasos necesarios para:

- Para garantizar el funcionamiento del equipo o equipo,
- Restaurar el funcionamiento del dispositivo al estado predeterminado.

Por lo tanto, el mantenimiento afecta la proporción e importancia de la elaboración. En la práctica, el número de producciones para un determinado nivel de calidad depende de la disposición de producción instalada y de su experimentado, entendida con el vínculo entre el

tiempo efectivo de producción y la cantidad de tiempo muerto por mantenimiento. (Salguero, 2022)

Posteriormente, veremos qué tipos de mantenimiento existen:

- Mantenimiento Industrial
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo

### **2.3 USO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DENTRO DE UNA INDUSTRIA QUÍMICA**

Se basa en operaciones de riesgo conjunto. El objetivo es establecer la prevención de riesgos relacionados con las interrupciones a través de las diferentes industrias de mantenimiento y los clientes en términos de personal, equipos o evaluaciones. En este nexo proporcionamos normas para la planificación de actividades de mantenimiento.

La estimación será más segura si la empresa del consumidor proporciona información sobre sus riesgos durante el proceso de consulta o licitación para la selección de una empresa externa y proporciona instrucciones vitales para el uso de políticas de precaución de riesgos laborales.

El plan de prevención obliga a incorporar información detallada como, por ejemplo: de acceso y suministro, procedimientos de alarma y evacuación, planos de ubicación e información sobre peligros en el lugar de trabajo. No obstante, tener en cuenta que se requiere una modificación continua en el trabajo. La industria química avanza hacia un patrón que reduce precios y proporciona establecimientos más seguros, duraderos y eficientes al centrar el mantenimiento eléctrico y mecánico allí donde existe riesgo de incendio y explosión. (Salguero, 2022)

### **2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

#### **2.4.1 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

El mantenimiento industrial se enfoca en las profesiones que tienen como objetivo garantizar que las maquinarias que transporten los medios de producción funcionen correctamente, acordando que el trabajo de seguimiento se realice en su totalidad. Las primeras empresas formadas por grupos de trabajadores que trabajaban en cada nivel de proceso de fabricación, reparando equipos y sistemas que tenían fallas visibles.

Debido a que los trabajadores producen mucho trabajo, se necesita mucho tiempo y dinero para preparar el producto terminado para entregarlo al cliente. Para ganar más dinero e invertir menos, las empresas se dan cuenta de que necesitan asignar a sus empleados para que se enfoquen en tareas específicas, porque estas tareas son de dos tipos: tareas que manejan maquinaria y equipo, mientras que otro grupo de empleados recibe por la reparación de equipo. y tareas de máquina. (Sierra Leona, 2019).

El mantenimiento industrial se define como un departamento de servicio que satisface las necesidades de una empresa. Lo que se debe gestionar desde el principio y los empleados deben controlar sistemáticamente las actividades. La entrega ordenada de un proyecto generalmente se logra a través del sistema de comando escrito, que incluye las siguientes etapas: estudio, planificación presupuestaria, concesión de licencias, programación, implementación y verificación. (Villa Abambari, 2020)

El mantenimiento industrial es un punto sustancial del proceso de fabricación porque ralentiza el desarrollo. Además, se deben limitar las perturbaciones y daños en el mantenimiento y la producción, como lo demuestran los costes e ingresos de la compañía.

#### **2.4.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Se utiliza a categoría de industria, cuando una máquina tiene un debido fallo, con el objetivo de restaurar la máquina a un estado de actividad positiva, porque afecta la productividad, es el mantenimiento de la máquina, en el menor tiempo posible. tiempo posible. hazlo a tiempo Hay industrias cuyas estrategias de mantenimiento se centran en las correcciones porque carecen de conocimientos, herramientas, personal eficiente, presupuesto y técnicas. (Landon, 2021).

Esta agrupación de operaciones está dirigido al departamento de reparación de la industria ya que está enfocado a la erradicación de fallas o mal funcionamiento que surjan en diversos equipos y maquinarias. El tiempo de entrega es una de las preocupaciones de la industria en el mantenimiento correctivo. El procedimiento requiere de los repuestos necesarios y la antigüedad del equipo o maquinaria en la que se trabaja, ya que estos accesorios no se pueden obtener localmente y deben transportarse a nivel nacional e internacionalmente.

Sin embargo, esta vez, el personal dedicado está disponible antes de lo previsto para cumplir con los pedidos cuando se realizan intervenciones. Con el fin de reducir el tiempo de entrega

de equipos y maquinaria, se perfeccionan los recursos y así se gestionan y almacenan repuestos de alta demanda.

### **2.4.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Es la realización de tareas en el mantenimiento organizado periódicamente para evitar futuras anomalías e imprevistos. En definitiva, se trata de arreglar los dispositivos antes de que fallen.

El término "mantenimiento preventivo" cubre muchas actividades y tareas generales prohibidas. Hasta cierto punto, es necesario comprobar periódicamente todos los elementos del sistema de producción; Por lo general, es necesario limpiarlos y lubricarlos al mínimo. En otros casos, es posible que se requieran reparaciones más completas, incluidas reparaciones mayores, reparación o incluso sustitución de determinadas piezas.

A un nivel superior, el mantenimiento preventivo también incluye el mantenimiento de las instalaciones que albergan los distintos sistemas productivos. Las tareas típicas de este tipo de mantenimiento preventivo incluyen verificar que el procedimiento de aire acondicionado se mantenga en buen estado de funcionamiento, que todos los sistemas eléctricos estén funcionando y cumpliendo con la normativa, así como que el sistema de iluminación requerido esté funcionando correctamente. (IBM,2023)

## **2.5 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Hay distintas maneras de manejar una perspectiva de servicio a un artículo, algunas de las cuales exploran cómo prevenir fallas mediante la implementación de intervenciones intermitentes para prolongar los buenos tiempos, en lugar de apuntar a propósitos de monitorear las condiciones predictivas de fallas y otras formas de tratar de minimizarlas. tiempo de reparación.

Las diferentes formas de minimizar las averías se denominan estrategias de mantenimiento. Sin embargo, estas estrategias han evolucionado gradualmente durante todos estos años, delegando de las circunstancias de instalación, los valores de pérdida de fabricación, los precios de mantenimiento, los niveles de producción de piezas y más. (Ética, 2017).

Posteriormente, se describen las características fundamentales de las ventajas y desventajas:



### 2.5.1 VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- También se reduce proporcionalmente el riesgo de avería y desgaste, que es mucho menos frecuente.
- En comparación con otras formas de mantenimiento, con este método se reducen considerablemente los costes, especialmente en caso de daños no deseados.

### 2.5.2 DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Es complicado determinar un grado de desgaste de los componentes del equipo.
- Hay personal con experiencia en ocupaciones que son especialmente valiosas y sus consejos del fabricante.

## 2.6 CONCEPTO DE CALCULO DE RENDIMIENTO DE IMPORTANCIA DE LOS EQUIPOS METODO RCM

1. **Asigna Puntuaciones a los Criterios:** En el proceso de evaluación de los diferentes equipos, se procede a otorgar puntuaciones a los diversos criterios previamente establecidos, entre ellos la criticidad, consecuencias y frecuencia de fallos. Se emplea una escala de valoración que varía desde 1 hasta 5, donde el valor 1 representa una importancia menor y el valor 5 denota una importancia mayor en el contexto del análisis. Estas puntuaciones permiten establecer una base cuantitativa para la determinación del rendimiento de importancia de cada equipo en el marco de la metodología RCM.
2. **Calcula la Puntuación Total:** Sumar todas las puntuaciones que se ha asignado a cada criterio para cada equipo.
3. **Calcula la Puntuación Máxima Posible:** Sumar los valores máximos posibles que se asignaron a los criterios para cada equipo.
4. **Calcula el Rendimiento de Importancia en Porcentaje:** Dividir la puntuación total del equipo entre la puntuación máxima posible y luego multiplicarla por 100 para obtener el rendimiento de importancia en forma de porcentaje.

La fórmula sería:

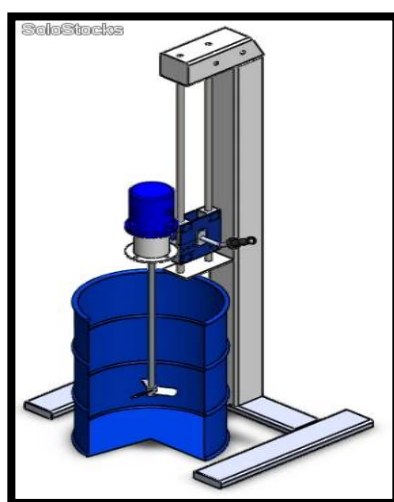
$$\underline{\underline{\text{Rendimiento de Importancia (\%)} = (\text{Puntuación Total del Equipo} / \text{Puntuación Máxima Posible}) * 100}}$$

Este porcentaje indicará cuán cerca está el equipo de alcanzar la puntuación máxima posible según los criterios que has establecido. Un porcentaje más alto indicaría que el equipo es más crítico y tiene una mayor importancia en términos de mantenimiento preventivo. (Garrido, 2018)

## **2.7 EQUIPOS DEL AREA PRODUCCION**

### **2.7.1 AGITADOR INDUSTRIAL**

Un agitador industrial es un dispositivo utilizado en procesos industriales para mezclar, agitar o homogeneizar líquidos y fluidos viscosos. Consiste en un motor que impulsa un eje con paletas o hélices sumergidas en el líquido, generando movimiento y turbulencia. (Autmix, 2022)



**Figura #2 - Agitador Industrial**

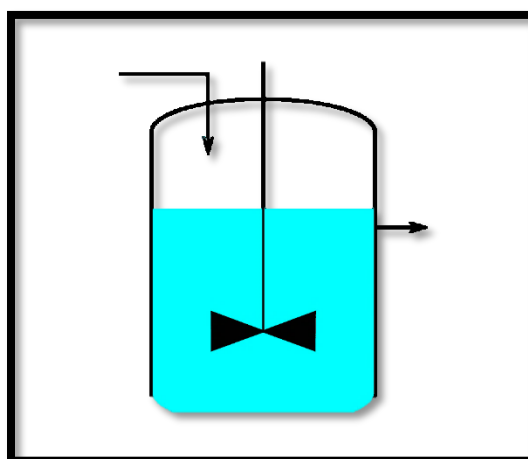
El equipo se encuentra en la zona de producción, su función es fundamental en diversos procesos industriales que requieren una mezcla eficiente y homogénea de productos químicos viscosos. Este dispositivo mecánico, mediante la rotación de un eje y la utilización de elementos de agitación como paletas, hélices o impulsores, crea movimiento y turbulencia en los productos químicos, permitiendo la integración efectiva de sus componentes y asegurando una distribución uniforme de las sustancias en la mezcla final.



**Figura #3 - Agitador Industrial de la empresa**

### **2.7.2 REACTOR DE TANQUE QUIMICO**

Es un tipo de reactor químico que se utiliza en procesos industriales para llevar a cabo reacciones químicas de manera continua. En este tipo de reactor, los reactivos se introducen de manera constante en un tanque donde ocurre la reacción, mientras que los productos se extraen de forma continua. La agitación dentro del reactor se logra mediante la utilización de un sistema de agitación, como paletas o hélices, que garantiza una mezcla homogénea de los reactivos y mejora la transferencia de masa y calor. (Fogler, H. S. 2016)



**Figura #4 - Reactor Tanque**

Los reactores en el área de producción cumplen con un rol específico que es realización de los productos químicos en líquidos, viscosos. Ciertos reactores tienen una altura y ancho que hace que llenen tanques entre 8-10 al día como rango, que son llevados al área de consumo masivo para su llenado en los envases.



***Figura #5 - Reactor Tanque de la empresa***

### **2.7.3 MOTOR ELECTRICO**

Es un prototipo de maquinaria electromecánica que convierte la energía eléctrica a mecánica, produciendo así una fuerza de giro. Su investigación involucró la interacción de fuerzas eléctricas y magnéticas. (Aula21, 2020)

Estos motores desempeñan un rol primordial en numerosos aspectos de la vida actual, encontrándose presentes, profundizan varios mecanismos y aplicaciones. Se utilizan en electrodomésticos como aspiradoras y lavavajillas, impresoras informáticas, bombas de agua, fabricación, automóviles, máquinas herramienta, imprentas y muchos otros campos.



***Figura #6 - Motor eléctrico***

## 2.7.4 PARTES DE UN MOTOR ELECTRICO

### 2.7.4.1 ROTOR

Pieza portátil de una máquina eléctrica que gira. Esta descripción se aplica tanto a los motores eléctricos como a los generadores eléctricos.

En un motor eléctrico, el rotor colabora con el estator (**parte fija**) para transferir la potencia de la máquina eléctrica y generar movimiento (Planas. O, 2017)



*Figura #7- Rotor de Motor*

### 2.7.4.2 ESTATOR

Componente estático de un motor eléctrico que desempeña un papel esencial en la traspaso de corriente eléctrica o potencia. Trabaja en conjunto con el rotor para lograr la marcha apropiada del mecanismo eléctrico. (Planas. O, 2017)



*Figura #8 - Estator de Motor*

### 2.7.5 REACTOR DE MEZCLA DE POLVOS HORIZONTAL

Las mezcladoras de polvo son dispositivos que permiten combinar de manera eficiente las materias primas, logrando obtener un producto final uniforme y homogéneo. Estas mezcladoras son ampliamente utilizadas en diversas industrias, como la fabricación de tabletas y el llenado de cápsulas, así como en procesos químicos y cerámicos. Gracias a su capacidad para mezclar los ingredientes de manera precisa, las mezcladoras de polvo desempeñan un papel fundamental en la elaboración de productos de mayor demanda y en la optimización de los procesos industriales. (LFA Machines Oxford LTD, 2022).



***Figura #9 - Mezcladora de polvos químicos***

En el entorno de la experimentación, se encuentra localizado en la zona de producción un reactor especializado en la mezcla de polvos, cuya función principal es la elaboración de productos en polvo que contienen bacterias como componentes esenciales. Este reactor desempeña una tarea fundamental en la fase de producción, permitiendo la innovación de productos finales en forma de polvo que contienen microorganismos beneficiosos. La utilización de este tipo de reactor contribuye a la perfección de los procedimientos de fabricación y a la obtención de resultados de alta calidad con propiedades específicas.

### 2.7.6 BALANZA INDUSTRIAL

Estos equipos y herramientas son considerados adecuados para su aplicación en negocios de pequeña escala y entornos logísticos y de producción. Se clasifican como elementos esenciales en diversas industrias, como la alimentaria, donde se lleva a cabo la pesada diaria de una amplia variedad de productos. (Balanzas Industriales, 2019)



**Figura #10 - Balanza Industrial**

La balanza industrial es manejada en el área de producción para obtener mediciones precisas del peso de canecas y botellones, asegurando así la correcta dosificación según la presentación requerida.

## **2.8 EQUIPOS DEL AREA DE CONSUMO MASIVO**

### **2.8.1 CODIFICADORA INDUSTRIAL**

Es un equipo cuyo propósito principal es la codificación y marcaje de diversos datos en un producto. Entre la información que se puede incluir se encuentran elementos como la fecha de caducidad, códigos de barras, códigos QR, número de lote e imágenes, entre otros. Estos datos permiten ser adaptados en cualquier modelo de zona requerida.

El proceso de marcaje o codificado de esta información en el material utilizado permite una adecuada trazabilidad, garantizando un seguimiento oportuno desde el inicio de la fabricación del producto hasta su concreción y entrega final al consumidor. (Idicsa, 2021).



**Figura #11 - Codificadora Industrial**

## 2.8.2 MAQUINA LLENADORA DE LIQUIDOS

Las máquinas llenadoras de líquido tienen como función principal simplificar y mejorar el proceso de llenado de botellas y otros tipos de envases con productos líquidos, asegurando una mayor precisión en el mismo.

Estas máquinas son esenciales para garantizar que cada envase sea llenado con una porción precisa de líquido, evitando el desperdicio de la producción.

Básicamente, la función de las máquinas llenadoras de líquido se puede describir de la siguiente manera (Fanser, 2023):

- a) Permiten una introducción precisa del producto envasado correspondiente.
- b) Facilitan el procedimiento de llenado, aumentando su eficiencia.
- c) Contribuyen a mantener un proceso de llenado más higiénico y seguro.



**Figura #12 -Llenadora de 6 boquillas**



**Figura #13 - Llenadora de 4 boquillas**



### 2.8.3 HORNO TRANSPORTADORA

Se cuenta con un avanzado equipo que simplifica el proceso de empaquetado de productos de forma semiautomática, brindando una solución eficiente y precisa para esta tarea. Además, se dispone de un horno especialmente diseñado que genera el calor necesario con la opción de seleccionar la temperatura óptima según los requerimientos del proceso. Este horno cuenta con un módulo de enfriamiento final, asegurando que los productos empaquetados alcancen la temperatura adecuada antes de su manipulación o almacenamiento. Gracias a esta combinación de tecnologías, se logra un proceso de empaquetado más rápido, higiénico y eficiente, lo cual resulta en un perfeccionamiento significativo en la productividad e importancia de los resultados finales. (Frusso, 2019).



***Figura #14 - Horno Transportadora***

### 2.8.4 SELLADORA DE PRODUCTOS

Las máquinas selladoras operan mediante la combinación de presión y calor. Un operario coloca la bolsa sobre la banda y, posteriormente, ejerce presión para unir las placas de calor, sellando así los materiales termoplásticos. Existen diversos modelos disponibles, siendo los más solicitados aquellos de tipo selladoras de pulso, selladoras de pedal y selladoras de doble cámara. (Latmac, 2022)



***Figura #15 - Maquina Selladora***

## **2.9 SISTEMAS DE OSMOSIS**

Este proceso de purificación del agua se encarga de eliminar iones, moléculas y partículas de mayor tamaño, con el fin de potabilizar el agua en regiones donde escasea este recurso vital. Es considerablemente aplicado en plantas de tratamiento de agua, donde se aplican técnicas de filtración a través de membranas semipermeables para renovar la condición del agua y crearla apta para el consumo humano. (Ferrovial, 2023)

## **2.10 EQUIPOS DE UN SISTEMA DE OSMOSIS**

### **2.10.1 BOMBA DE AGUA**

Una bomba de agua es un dispositivo mecánico utilizado para transportar agua u otros líquidos de un lugar a otro. Funciona mediante la aplicación de energía, ya sea a través de una fuente de energía eléctrica, combustible o manual, para generar presión y crear un flujo de líquido. Las bombas de agua se emplean en una extensión de variedades, a partir de suministrar agua potable en sistemas de abastecimiento público hasta facilitar el paso de agua en sistemas de calentamiento, riego agrícola, métodos de enfriamiento industrial y muchas otras aplicaciones. (Mays, 1999)



**Figura #16 - Bomba de agua**

### **2.10.2 MEMBRANAS OSMOSIS INVERSAS**

Las membranas utilizadas en el proceso de ósmosis inversa desempeñan un papel fundamental al permitir que el agua atraviese un proceso físico que retiene las impurezas, resultando en agua de calidad deseada. Estas membranas, fabricadas con poliamida compuesta, se encuentran disponibles en diferentes tamaños, como 4" x 40" y 8" x 40", y pueden operar a alta o baja presión según los requerimientos específicos. Estas características permiten adaptar su uso a distintas aplicaciones en industrias de procesamiento de agua y otros grupos de purificación. (Proventus, 2020)



**Figura #17 - Membrana de Osmosis**

### **2.10.3 BOMBA DOSIFICADORA DE CLORO**

Las bombas dosificadoras desempeñan un papel crucial al permitir el movimiento, la inyección o la dosificación de productos químicos en diversos fluidos, ya sea en líneas de conducción o en tanques de almacenamiento.

Es fundamental que una bomba dosificadora ofrezca la capacidad de ajustar el caudal de forma lineal y cuente con un diseño que asegure la reproductibilidad, redundante y fuerza precisa de la magnitud relegada. En resumen, su funcionamiento debe garantizar una dosificación precisa y confiable del volumen requerido. (Carbotecnia, 2022)



***Figura #18 - Bomba dosificadora de cloro***

El funcionamiento de este dosificador es la eliminación de los residuos de agua subterráneo que se abstrae desde el pozo, a través de pastillas de cloro.

## **2.10.4 ABLANDADORES DE SISTEMA DE OSMOSIS**

### **2.10.4.1 ABLANDADOR DE ZEOLITA**

La optimización de la filtración del agua mediante el uso de un filtro de zeolita se traduce en una mayor sustentabilidad de los procesos, ya que permite un ahorro de hasta un 60% más de agua y energía durante los retro lavados. Además, estos filtros de zeolita tienen la capacidad de disminuir los costos operacionales y de capital en un 40%. (Courtade, 2022)

### **2.10.4.2 ABLANDADOR DE CARBÓN DE ACTIVADO**

En un sistema de tratamiento de agua, los filtros de carbón activado desempeñan un papel fundamental al eliminar el cloro presente, el cual puede causar daños en la membrana de ósmosis inversa. Además, estos filtros son responsables de reducir el sabor y el olor desagradables que pueden estar asociados a compuestos orgánicos presentes en el agua. Gracias a su capacidad de adsorción, los filtros de carbón activado contribuyen a mejorar el sabor y el aroma del agua, proporcionando un resultado final más pulido y agradable para su consumo. (Filtrashop, 2022)

### 2.10.4.3 CABEZALES DE ABLANDADORES

En el contexto de un sistema de ablandamiento de agua, la válvula de comprobación de servicio cumple un papel transcendental al regular el flujo de agua y facilitar la regeneración del medio filtrante empleado. Esta válvula, también conocida como válvula de control, se encarga de dirigir el flujo de agua hacia la resina de intercambio iónico ubicada dentro del tanque de ablandamiento. Su función principal es asegurar un funcionamiento óptimo del sistema, permitiendo que el agua fluya adecuadamente durante el proceso de ablandamiento y garantizando que el medio filtrante se regenere de manera efectiva. (Planet. A, 2021)



**Figura #19 - Ablandadores y Cabezales**

## CAPITULO III

### 3 MARCO METODOLOGICO

Se presenta de manera detallada la fase de elaboración de la metodología RCM en la empresa que se está estudiando, incluyendo la determinación de las mejores destrezas para implantar un plan de mantenimiento apropiado. Se analiza la información recopilada sobre el estado de los equipos, su criticidad y los modos de falla identificados, utilizando este conocimiento para desarrollar una metodología específica. El objetivo es garantizar la eficiencia y confiabilidad de los activos, minimizando los riesgos y tiempos de inactividad no planificados.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) es un enfoque altamente efectivo en la mejora de confiabilidad del equipo y la productividad en el área de taller. Optimiza los costos de mantenimiento preventivo, evitando interrupciones no planificadas y pérdida de tiempo de producción. El RCM se fundamenta en el entendimiento para abordar los casos esenciales de los defectos de los equipos y proporciona una hoja de ruta de acción para mejorar la fiabilidad de los activos industriales. (Aula21, 2021)

#### 3.1 MUESTRA

Para la recopilación de los datos de la empresa para nuestra tesis, se hizo un muestreo de forma aleatoria para la investigación de las áreas de trabajo en la planta ubicada en el cantón Duran.

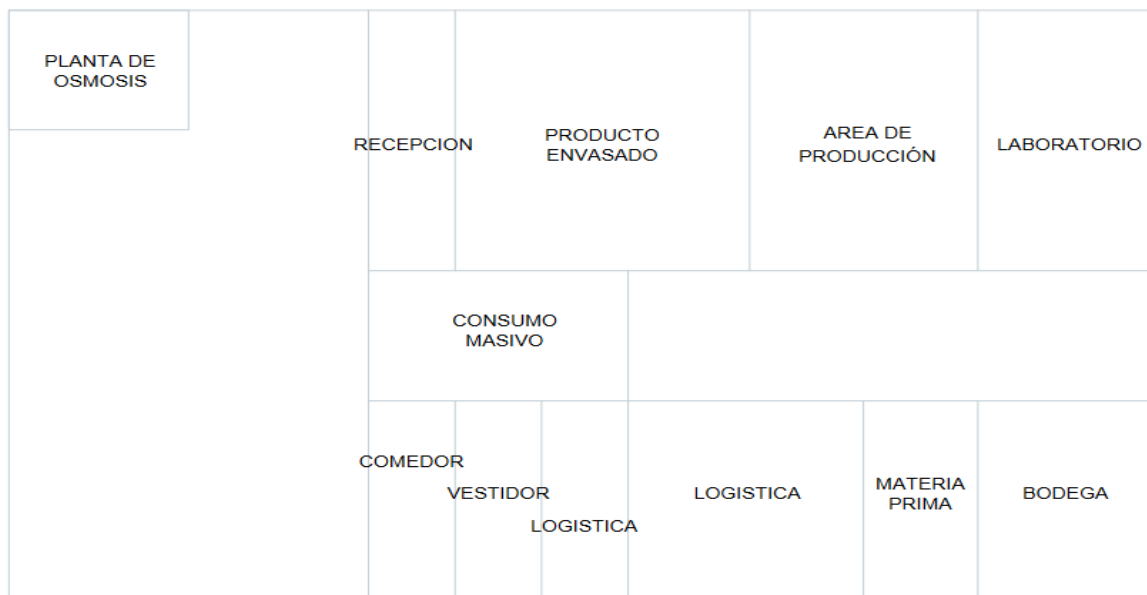
Se da a conocer que la planta cuenta con 11 áreas de trabajo al cual se distribuye a continuación:

- Planta de Osmosis
- Comedor
- Consumo Masivo
- Recepción
- Logística
- Envasado
- Producción
- Laboratorio
- Departamento Medico
- Gerencia
- Bodega

También se estudió lo siguiente:

- a) Se inspeccionó la infraestructura de las áreas de la planta química y la disponibilidad de los equipos necesarios para sus tareas asignadas.
- b) En este análisis, se determinó el número de instalaciones y equipos necesarios para cumplir con las tareas mencionadas. El análisis permitió determinar los recursos requeridos para la ejecución efectiva del proyecto.
- c) Se realizó una investigación para asegurar que los equipos y la infraestructura funcionaran correctamente en sus respectivas áreas. Además, se identificaron y revisaron aquellos equipos con posibles fallas para su corrección. Esto garantizó un funcionamiento óptimo de la infraestructura en su conjunto.
- d) Se llevó a cabo una consulta con el responsable del área para recopilar los datos de mantenimiento de la planta, abarcando tanto el mantenimiento correctivo como preventivo, durante los últimos dos años de manera específica.

### 3.2 DESCRIPCION DE CADA AREA



***Figura #20 – Plano de la empresa***

- **Planta de Osmosis:** Se realiza la extracción del agua proveniente del pozo mediante el uso de una bomba sumergible. Este recurso hídrico posteriormente es sometido a un sistema de osmosis que se encarga de llevar a cabo una limpieza completa del agua. Dicho proceso incluye la utilización de ablandadores de zeolita, carbón activado y Grease and plus, los cuales son llevados a través de membranas plásticas. Una vez

concluida esta etapa de purificación, el agua es transferida a un tanque que, a su vez, es dirigido al área de producción para ser usado en la preparación de nuevos productos. Este proceso garantiza que el agua utilizada en la producción satisfaga con los modelos de calidad y pureza requeridos.

- **Consumo Masivo:** Se lleva a cabo el llenado preciso de los productos en los envases correspondientes, siguiendo las especificaciones de la producción recibida desde el área de producción. Una vez realizado el llenado, los envases son sellados y etiquetados de manera adecuada para su posterior distribución y comercialización. Este proceso garantiza que los productos estén listos para su entrega al cliente final con la calidad y presentación requerida.
- **Comedor:** Es un área dedicada a la alimentación y el descanso en diferentes entornos. Fomenta la interacción social y el bienestar de los individuos durante los momentos de pausa para comer.
- **Recepción:** Se establece la técnica de inspección y observación de los insumos y materiales que ingresan a la empresa. Esta área juega un rol fundamental en la administración de inventarios, verificando que las cantidades y especificaciones de los productos recibidos coincidan con los registros y pedidos correspondientes.
- **Logística:** Se lleva a cabo la planificación y coordinación del flujo de materiales y recursos para asegurar una gestión eficiente de los procesos. Esto incluye la administración de inventarios, el transporte de productos optimiza los tiempos y reduce costos, aumentando la competitividad de la industria y garantizando la fidelidad de sus clientes.
- **Área de envasado:** Se ejecuta la impresión y aplicación de sellos a los productos envasados. Este proceso es fundamental para garantizar la correcta identificación de los productos y proporcionar información relevante a los consumidores, como el nombre del producto, ingredientes, fecha de caducidad y códigos de barras, entre otros datos.
- **Producción:** Se realiza la renovación de materias primas en productos químicos terminados. Es un curso clave para consolidar la calidad y eficiencia de los productos.
- **Laboratorio:** Cumple funciones esenciales como control de calidad, investigación y desarrollo, análisis y diagnóstico, cumplimiento normativo, seguridad, eficiencia de procesos, formación y mejora continua de productos y procesos químicos.



- **Departamento medico:** Desarrolla un rol esencial en priorizar la salud y el confort de los empleadores, de este modo se asegura el cumplimiento de las normativas y regulaciones de protección laboral y bienestar ocupacional. Además, desempeña el rol crítico en el reconocimiento y gestión de inseguridad asociados a la ejecución de sustancias químicas y en la pronta respuesta a emergencias y accidentes industriales.
- **Gerencia:** Es el encargado de la preparación, organización y tramite de todas las actividades de producción, distribución y comercialización de productos químicos. También se encarga de garantizar el cumplimiento de regulaciones, asegurar la eficiencia de los procesos y promover el aumento y la rendimiento de la industria.
- **Bodega:** Su función primordial es garantizar la convicción de los empleadores, ejecutar con las normas de almacenamiento y gestionar eficientemente el inventario de insumos para el proceso de fabricación.

### 3.3 INSTRUMENTOS

En relación con los instrumentos empleados para recolectar los datos de los equipos de la industria y llevar a cabo adecuadamente los puntos mencionados anteriormente, se utilizarán:

- ❖ *Lista de Inventario por parte de la empresa.*

CONTROL DE INVENTARIO							
Nombre del equipo	Cantidad	Tipo de fabricación	Marca/Modelo	Capacidad/Especificación técnica	Area	Uso	Operatividad
Reactor 1	1	Artesanal	Estándar	2200 kg	Producción	Produce productos viscoso, líquidos y es de tipo axial	Operativo
Reactor 2	1	Artesanal	Estándar	2200 kg	Producción	Produce productos viscoso, líquidos y es de tipo axial	Operativo
Reactor 3	1	Artesanal	Estándar	1760 kg	Producción	Produce productos líquidos	Operativo
Reactor 4	1	Artesanal	Estándar	1760 kg	Producción	Produce productos líquidos	Operativo
Reactor 5	1	Artesanal	Estándar	1320 kg	Producción	Produce productos líquidos	Operativo
Reactor 6	1	Artesanal	Estándar	120 kg	Producción	Mezcla de componentes	Operativo
Reactor 7	1	Artesanal	Estándar	200 kg	Producción	Elaboración de productos en polvo	Operativo
Reactor 8	1	Artesanal	Estándar	150 kg	Producción	Elaboración de productos en polvo a base de bacterias	Operativo Momentaneo
Reactor 10	1	Artesanal	Estándar	1100 kg	Producción	Produce productos líquidos	Operativo
Motor Reactor 1	1	Industrial	Siemens	220 ΔΔ-440 Δ v / 1750rpm / 10 hp / 60 hz	Producción		Operativo
Motor Reactor 2	1	Industrial	Siemens	220 ΔΔ-440 Δ v / 1750rpm / 10 hp / 60 hz	Producción		Operativo
Motor Reactor 3	1	Industrial			Producción		Operativo
Motor Reactor 4	1	Industrial	Reliance Electric	220V / 10 hp / 1760 rpm / 60hz	Producción		Operativo
Motor Reactor 5	1	Industrial	US Motors	208-230v/460v / 8.9-8.3 A / 3 hp	Producción		Operativo
Panel electrico #3	1	Industrial	Estándar		Producción		Operativo
Panel electrico #4	1	Industrial	Estándar		Producción		Operativo
Panel electrico #5	1	Industrial	Estándar		Producción		Operativo
Balanza Digital #1	1	Industrial	Lp7516	110/220V 50/60Hz	Producción	Trabaja en la medición del peso del producto	Operativo
Balanza Digital #2	1	Industrial	Estándar	110/220V 50/60Hz	Producción	Trabaja en la medición del peso del producto	Operativo

***Tabla #1 (Control de Inventario – Área de Producción)***

CONTROL DE INVENTARIO									
Nombre del equipo	Cantidad	Tipo de fabricación	Marca/Modelo	Capacidad/Especificación	Area	Uso	Operatividad	Observacion	
Bomba de pozo de agua	1	Industrial			Exterior del planta de Osmosis	Extrae el agua subterránea del pozo	Operativo	El pozo tiene una profundidad de 60 m. y el motor se encuentra en 48 m de profundidad	
Dosificador de piscina	1	Industrial			Exterior del planta de Osmosis	Pastillas de cloro eliminan residuos provenientes del agua subterránea	Operativo	El dosificador que trabaja en el sistema de osmosis general, no es el adecuado	
Cabezal	4	Industrial	Estándar		Interior del planta de Osmosis		Operativo		
Ablandadores	4	Industrial			Interior del planta de Osmosis	Filtro Grease & Plus, Zeolita y Carbon Activado (2)	Operativo		
Pre filtro Osmosis 2	1	Industrial			Sistema de osmosis 2	Retiene los sedimentos del agua	Operativo		
Motor Osmosis 2	1	Industrial			Sistema de osmosis 2	Genera la presión para que el agua llegue a las membranas de 2 cuerpos	Operativo		
Membrana de 2 cuerpos	4	Industrial			Sistema de osmosis 2	Pasa por un tubo y se dirige a la cisterna interior que después pasa a la cisterna principal.	Operativo		
Manometro	2	Industrial	Estándar		Sistema de osmosis 2	Controla la presión del agua	Operativo		
Rotámetros Osmosis 2	3	Industrial	Estándar		Sistema de osmosis 2		Operativo		
Llave de paso Osmosis 2	2	Industrial	Estándar		Sistema de osmosis 2		Operativo		
Bomba de agua Osmosis 1	1	Industrial	FV	1 hp / 115-230v / 3450rpm / 60hz	Sistema de osmosis 1	Inyecta la presión del agua que va a las membranas	Operativo		
Pre filtro Osmosis 1	1	Industrial	Estándar		Sistema de osmosis 1	Retiene los sedimentos del agua	Operativo		
Bomba dosificadora	1	Industrial	Iwaki		Sistema de osmosis 1	Dosifica anticrustantes para eliminar residuos	Operativo		
Motor Osmosis 1	1	Industrial	Baldor	1.5 hp / 115-208v / 3500 rpm / 60hz	Sistema de osmosis 1		Operativo		
Membrana de un solo cuerpo	6	Industrial	Estándar		Sistema de osmosis 1		Operativo		

**Tabla #2 (Control de Inventario – Área de Planta de Osmosis)**

CONTROL DE INVENTARIO									
Nombre del equipo	Cantidad	Tipo de fabricación	Marca/Modelo	Capacidad/Especificación técnica	Area	Uso	Operatividad	Observacion	
Balanza	1	Industrial	Camry / ACS-ZC73	33-0,2lb / 4v / 4A	Consumo Masivo	Determinar la masa de un objeto	Operativo		
Horno transportadora	1	Industrial		220v / 25 W / 0,25 A	Consumo Masivo		Operativo		
Llenadora #1	1	Industrial		100-240v / 2,1 A / 50-60hz	Consumo Masivo	Se llena productos como desinfectante, jabon liquido.	Operativo		
Llenadora #2	1	Industrial		400 L	Consumo Masivo	Se llena productos como suavizante, jabon liquido.	Operativo		
Llenadora #3	1	Industrial		500 L	Consumo Masivo	Se llena productos como el alcohol antibacterial.	Operativo		
Llenadora #4	1	Industrial		500-800mL	Consumo Masivo	Llena productos como alcohol gel.	Operativo		
Selladora	1	Industrial		220v / 60hz / 195°C	Consumo Masivo	Sella productos a cierta temperatura alta	Operativo		
Maquina de etiquetado	1	Industrial			Consumo Masivo	Etiqueta productos terminado	Operativo		
Codificadora	1	Industrial	Saturn / S480		Consumo Masivo	Trabaja con la maquina de etiquetado	Operativo		

**Tabla #3 (Control de Inventario – Área de Consumo Masivo)**

❖ **Entrevista a gerente de planta e ingeniera de producción.**

Se realizaron 8 preguntas que fueron las siguientes:

1. *¿Cuál es el enfoque actual de la empresa en cuanto al mantenimiento de sus equipos y maquinarias?*
2. *¿Existen manuales del correcto mantenimiento de los equipos?*
3. *¿Qué actividades de mantenimiento se realizan actualmente de manera preventiva?  
¿Con qué frecuencia se llevan a cabo?*
4. *¿Cuál es el papel de la alta dirección en la gestión del mantenimiento en la empresa?*
5. *¿Cómo se decide cuándo y cómo realizar las actividades de mantenimiento en los equipos?*
6. *¿Se realizan inspecciones regulares de los equipos para detectar posibles problemas antes de que se conviertan en fallas importantes?*

7. *¿Qué medidas se toman para asegurar la seguridad de los trabajadores durante las actividades de mantenimiento?*
8. *¿Existen planes de capacitación o desarrollo de habilidades para el personal encargado del mantenimiento?*

En la entrevista con la Gerente de Planta e Ingeniera de Producción, se encontró que el enfoque actual del mantenimiento es principalmente correctivo, sin un plan de mantenimiento preventivo establecido. Las labores preventivas son escasas y no hay capacitación para el personal encargado del mantenimiento. Se resalta la necesidad de poner en marcha un plan preventivo para enriquecer la confiabilidad de los equipos y optimizar la productividad.



**Figura #21 - Entrevista Ingeniera de Producción**



**Figura #22 - Entrevista a Gerente de Planta**

### **3.4 OBTENCION DE DATOS**

Durante una visita técnica a la empresa situada en el Cantón Durán, se llevó a cabo una entrevista con la gerente de planta y la ingeniera del área de producción para analizar el plan de mantenimiento que actualmente tienen en vigor.

Además, se obtuvo información detallada sobre los últimos mantenimientos realizados, especialmente enfocados en los registros del año 2022 y 2023 (mayo), proporcionados a través de un archivo Excel facilitado por la gerente de planta por medio del correo [mandrades@spartan.ec](mailto:mandrades@spartan.ec)

### **3.5 CLASIFICACION DE AREAS QUE SE REALIZARAN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El proceso de selección de estas áreas para su debido mantenimiento se fundamentó en la importancia estratégica que tienen en el funcionamiento integral de la industria química.

El área de producción es el núcleo de la operación, donde se fabrican los productos químicos esenciales para la empresa. Al focalizarse en esta área, se busca asegurar que los equipos y maquinarias operen eficientemente, reduciendo posibles paradas no planificadas y optimizando la productividad.

La planta de ósmosis, por su parte, juega un papel crítico en el tratamiento de agua, un recurso vital en la industria química. Al mantener esta área con un plan preventivo, se garantiza el óptimo funcionamiento del método de filtración y limpieza, asegurando un suministro de agua de alta calidad y evitando interrupciones que podrían afectar la fabricación y la condición del producto final.

El enfoque en el área de consumo masivo se basa en el impacto directo que tiene en los clientes y en el mercado en general. Al mantener equipos asociados con el envasado y la etiquetación en óptimas condiciones, se logra una producción eficiente y se asegura la entrega de productos con altos estándares de calidad, mejorando el agrado del consumidor y la competencia en el mercado.

La maquinaria que tendrá el mantenimiento preventivo son:

<b>Planta de Osmosis</b>	Bomba de Agua
	Bomba Dosificadora de Cloro
	Cabezales
	Filtros de Osmosis
	Membranas Plásticas de Osmosis

***Tabla #4 (Equipos de Planta de Osmosis)***

<b>Consumo Masivo</b>	Balanza
	Codificadora
	Horno Transportadora
	Llenadoras
	Selladora

***Tabla #5 (Equipos de Área de Consumo Masivo)***

<b>Area de Producción</b>	Balanza
	Motor Eléctrico
	Panel Eléctrico
	Reactor Tanque

***Tabla #6 (Equipos de Área de Producción)***

### 3.6 FORMATO DE PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA (ACTUALMENTE)

#### CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PLANTA DURAN 2023

FECHA	DESCRIPCION	ACC/CORRECT	ACC/PREVENT	C/REPUESTO
3-ene	se procede a instalar bomba dosificadora en planta de osmosis	Xx		xx
7-ene	se realiza revisión en alternador de montacarga YALE, encontrando falla en la bobina secundaria se procedió a instalar un alternador nuevo	Xx		xx
8-ene	se realizó trabajo de soldadura e instalación de correas y techo en planta de osmosis			xx
8-ene	se realiza mantenimiento en montacarga TCM esto comprende en cambio de aceite, filtro de aceite limpieza de filtro de aire, carburador y bujías área de envasado		xx	xx
8-ene	mantenimiento en montacarga YALE esto comprende en cambio de aceite, filtro de aceite limpieza de filtro de aire, bujías y carburador área bodega de materia prima		xx	xx
14-ene	se procedió a revisar, servo motor en banda transportadora de túnel encontrando graves falla en rodamientos se instala nuevos rodamientos y anillos de Presión consumo masivo	Xx		xx
28-ene	revisión y reparación en reactor # 5 reparación e instalación de aspa de 15" área de producción	Xx		xx
4-feb	se realiza limpieza en S.C.I. revisión de partes y cebado de combustible sistema contra incendio	Xx		
5-feb	instalación de detectores de humo a 9 voltios en planta de osmosis y bodega		xx	

***(Tabla #7 - Plan de mantenimiento de la empresa actualmente)***

## CAPITULO IV

### 4 RESULTADOS

Se muestra el estudio de resultados del plan de mantenimiento implementado en la industria química. El plan se desarrolló con base en los datos recopilados en el Capítulo 3 de la tesis, adaptándose a las obligaciones detalladas de la institución. Se examinan los efectos generados por este nuevo enfoque en la optimización de la confiabilidad y eficiencia de los equipos. Se incluyen testimonios del personal involucrado para comprender su percepción sobre la efectividad del plan. Además, se identifican áreas de mejora y se proporcionan recomendaciones para futuras acciones. El análisis destaca la relevancia y efectividad del plan de mantenimiento implementado en la empresa, mejorando la sustentabilidad y eficiencia de los procesos productivos.

#### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL NUEVO PLAN DE MANTENIMIENTO REALIZADO

El nuevo plan de mantenimiento se caracteriza por una estructura más organizada y detallada. Se han establecido secciones específicas para cada tipo de equipo, lo que facilita la identificación y el seguimiento de las acciones preventivas necesarias. Cada sección contiene información relevante, como la identificación del equipo, su ubicación dentro de la planta y los intervalos de tiempo para las actividades de mantenimiento preventivo.

Se ha diseñado una estrategia de frecuencia de tiempo adaptada para cada tipo de equipo. Los equipos identificados con el color azul requerirán mantenimiento semestral, lo que permitirá un seguimiento cercano de su rendimiento y estado operativo. Por otro lado, aquellos equipos marcados con el color amarillo serán sometidos a mantenimiento trimestral, asegurando un monitoreo más frecuente y una pronta detección de posibles anomalías. Finalmente, los equipos señalados en color verde serán objeto de mantenimiento anual, brindando un enfoque más minucioso y completo para su revisión y optimización. Esta diferenciación en la frecuencia de tiempo asegura una gestión efectiva y eficiente del mantenimiento preventivo en las áreas de producción, planta de ósmosis y consumo masivo. Se proporcionó al personal una guía informativa detallada sobre cómo y cuándo llevar a cabo el mantenimiento de cada equipo mencionado, promoviendo así el cumplimiento oportuno de las acciones preventivas. Asimismo, se brindó capacitación y entrenamiento para familiarizar al equipo con el nuevo formato y las herramientas tecnológicas utilizadas, enfatizando la importancia de seguir las indicaciones del plan de mantenimiento y promoviendo la responsabilidad en su cumplimiento.

FRECUENCIA DE TIEMPO POR COLORES	
	Trimestre
	Semestre
	Annual

**(Tabla #8 - Frecuencia de Tiempo de mantenimiento de los equipos)**

La estructura del formato del cronograma de mantenimiento se basa en lo siguiente:

- **RESPONSABLE DE CONTROL:** Persona en cargada en llevar el control adecuado del formato realizado.
- **CARGO:** Es el rol principal del responsable de control del formato.
- **AÑO DEL CONTROL:** Se designa el año que lleva el cronograma de mantenimiento.
- **ÁREA:** Lugar donde se encuentra el equipo que tendrá su mantenimiento.
- **EQUIPOS:** Nombre de los equipos.
- **CÓDIGO:** Identificación del equipo.
- **FRECUENCIA:** Tiempo que debe realizarse el mantenimiento en el equipo.

La estructura del formato del control de mantenimiento que será un registro y se basa en lo siguiente:

- **ÁREA:** Lugar donde se encuentra el equipo que tuvo su mantenimiento
- **EQUIPOS:** Nombre de los equipos que tuvieron su mantenimiento
- **RESPONSABLE:** Persona o grupo de personas que realizaron el mantenimiento del equipo.
- **DESCRIPCIÓN:** Data la información de lo que realizaron durante el mantenimiento del equipo.
- **FECHA PROXIMA DE MANTENIMIENTO:** Agenda la siguiente fecha aproximada del mantenimiento preventivo del equipo mencionado.
- **OBSERVACIONES:** Se digita una información extra del mantenimiento realizado en los equipos.



LOGO	Cronograma de Mantenimiento Preventivo															
Responsable del Control:											Cargo:					
Año de Control: 2023																
AREA	EQUIPOS	CODIGO	FRECUENCIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	
Planta de Osmosis	Bomba de agua sumergible	B01-OSM-SP	Semestre													
	Bomba dosificadora de Cloro	B02-OSM-SP	Trimestre													
	Cabezal Filtro Grease & Plus	CF01-OSM-SP	Semestre													
	Cabezal Filtro Zeolita	CF02-OSM-SP	Semestre													
	Cabezal Filtro Carbón Activado #1	CF03-OSM-SP	Semestre													
	Cabezal Filtro Carbón Activado #2	CF04-OSM-SP	Semestre													
	Filtro de Grease & Plus	FG-OSM-SP	Semestre													
	Filtro de Zeolita	FZ-OSM-SP	Semestre													
	Filtro de Carbón Activado #1	FC01-OSM-SP	Semestre													
	Filtro de Carbón Activado #2	FC02-OSM-SP	Semestre													
	Pre filtro Osmosis 2	F5M01-OSM-SP	Trimestre													
	Bomba de agua #1 Osmosis 2	B03-OSM-SP	Trimestre													
	Membranas de Osmosis 1	M1-OSM-SP	Semestre													
	Rotámetros Osmosis 2	RO-OSM-SP	Semestre													
	Bomba de agua #1 Osmosis 1	B04-OSM-SP	Trimestre													
Pre filtro Osmosis 1	F5M02-OSM-SP	Trimestre														
Bomba de agua #2 Osmosis 1	B05-OSM-SP	Trimestre														
Membranas de Osmosis 2	M2-OSM-SP	Semestre														
Consumo Masivo	Balanza	B-CON-SP	Anual													
	Horno Transportadora	CA-CON-SP	Trimestre													
	Llenadora #1	LL1-CON-SP	Trimestre													
	Llenadora #2	LL2-CON-SP	Trimestre													
	Llenadora #3	LL3-CON-SP	Trimestre													
	Llenadora #4	LL4-CON-SP	Trimestre													
	Selladora	SE-CON-SP	Semestre													
Codificadora	CD-CON-SP	Semestre														
Área de Producción	Balanza #1	B1-PRO-SP	Anual													
	Balanza #2	B2-PRO-SP	Anual													
	Reactor 1	R01-PRO-SP	Trimestre													
	Reactor 2	R02-PRO-SP	Trimestre													
	Reactor 3	R03-PRO-SP	Trimestre													
	Reactor 4	R04-PRO-SP	Trimestre													
	Reactor 5	R05-PRO-SP	Trimestre													
	Reactor 6	R06-PRO-SP	Trimestre													
	Reactor 7	R07-PRO-SP	Trimestre													
	Reactor 8	R08-PRO-SP	Trimestre													
	Reactor 10	R10-PRO-SP	Trimestre													
	Motor Reactor 1	MR01-PRO-SP	Semestre													
	Motor Reactor 2	MR02-PRO-SP	Semestre													
	Motor Reactor 3	MR03-PRO-SP	Semestre													
	Motor Reactor 4	MR04-PRO-SP	Semestre													
	Motor Reactor 5	MR05-PRO-SP	Semestre													
	Motor Reactor 6	MR06-PRO-SP	Semestre													
	Tablero de Control Eléctrico #3	TC03-PRO-SP	Anual													
	Tablero de Control Eléctrico #4	TC04-PRO-SP	Anual													
Tablero de Control Eléctrico #5	TC05-PRO-SP	Anual														

***(Tabla 9 - Formato elaborado para el Cronograma de Mantenimiento Preventivo de los equipos para la empresa de Duran)***

2023						
Control de Mantenimiento Preventivo						
FECHA	AREA	EQUIPO	RESPONSABLE	DESCRIPCION	FECHA PROXIMA DE MANTENIMIENTO	OBSERVACIONES

**(Tabla #10 - Formato elaborado para el control de registros de Mantenimiento Preventivo de los equipos para la empresa de Duran)**

#### 4.2 ANALISIS RCM DE LOS EQUIPOS DE CADA AREA.

Dentro del marco de esta indagación, se focalizó la mirada en la confiabilidad de los equipos empleados en las áreas particulares de la planta bajo estudio. En este procedimiento, se llevó a cabo la recopilación de datos vinculados a los equipos con el fin de valorar su pertinencia con respecto a los requerimientos de dichas áreas.

La metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) se erigió como un recurso de carácter preventivo y orientador. Este enfoque se presenta como una herramienta esencial para comprender los aspectos de mayor relevancia concernientes a los equipos en las áreas seleccionadas. A través de esta metodología, se emprendió el análisis de los fallos recurrentes que pueden afectar las diversas partes de los equipos, lo que brinda un enfoque estratégico para garantizar su confiabilidad y funcionamiento óptimo.

Para el análisis RCM se comprueba lo siguiente:

- Función
- Fallas.
- Medidas de prevención.
- Inventario de componentes destinados al mantenimiento preventivo en los equipos.

Los equipos son los siguientes:

**(Tabla #11 – RCM Bomba de agua)**

BOMBA DE AGUA					
					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Modo de Fallo</th> <th>Medidas Preventivas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>* Oxido y corrosión. * Ruidos de rechinamiento. * Desgaste de rodamiento. * Fugas en los sellos.</td> <td>* Examinar los sellos. * Lubricación. * Limpiar filtros * Eliminar la suciedad del motor.</td> </tr> </tbody> </table>	Modo de Fallo	Medidas Preventivas	* Oxido y corrosión. * Ruidos de rechinamiento. * Desgaste de rodamiento. * Fugas en los sellos.	* Examinar los sellos. * Lubricación. * Limpiar filtros * Eliminar la suciedad del motor.
Modo de Fallo	Medidas Preventivas				
* Oxido y corrosión. * Ruidos de rechinamiento. * Desgaste de rodamiento. * Fugas en los sellos.	* Examinar los sellos. * Lubricación. * Limpiar filtros * Eliminar la suciedad del motor.				
<b>Función</b>	<b>Repuestos</b>				
Bombear el agua del pozo hacia los tanques del área de osmosis.	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>* Sellos mecánicos. * Capacitores. * Rodamientos</td> <td>* Rulimanes. * Ejes.</td> </tr> </tbody> </table>	* Sellos mecánicos. * Capacitores. * Rodamientos	* Rulimanes. * Ejes.		
* Sellos mecánicos. * Capacitores. * Rodamientos	* Rulimanes. * Ejes.				

En el contexto del equipo de la bomba de agua en la empresa, es común encontrar ciertos


problemas que pueden afectar su funcionamiento eficiente. Algunos de estos problemas habituales incluyen la presencia de óxido y corrosión, que pueden degradar sus componentes con el tiempo. Además, se han observado ruidos de rechinar que indican la posibilidad de desgaste en los rodamientos. Otra preocupación común es el desgaste de los rodamientos, lo que puede afectar la estabilidad y el rendimiento del equipo. También se han identificado problemas de fugas en los sellos, lo que puede llevar a la pérdida de eficiencia y la disminución del ciclo de vida del equipo. Estos problemas pueden resolverse mediante un mantenimiento preventivo apropiado y una inspección regular para proteger el rendimiento óptimo de la bomba de agua.

Este motor de bomba con 1 Hp se puede localizar en el mercado con un costo que varía entre \$150 y \$420 según la marca. Basándonos en la lista de repuestos necesarios para llevar a cabo un mantenimiento preventivo en este sistema, los costos estimados serían los siguientes:

<b>PARTES DEL EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO (\$)</b>
Capacitor	1	\$ 5,00
Rulimanes	1	\$ 10,00
Rodamientos	1	\$ 20,00
Ejes	1	\$ 10,00
Sellos Mecánicos	1	\$ 20,00
	<b>SUBTOTAL</b>	\$ 65,00
	<b>IVA 12%</b>	\$ 3,60
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 68,60</b>

***(Tabla #12 - Valor de repuestos de Bomba de agua)***

Se determinó que la bomba de agua desempeña un papel de significativa relevancia en un sistema de ósmosis inversa. Su importancia estimada se encuentra en un rango de aproximadamente el 73,34%.

MEMBRANAS DE OSMOSIS		
	Modo de Fallo	Medidas Preventivas
		<ul style="list-style-type: none"> <li>*Falta de flujo de agua</li> <li>*Atascos y Obstrucciones</li> <li>*Inestabilidad en la presión</li> <li>*Problemas de sellado</li> </ul>
Función	Repuestos	
Separar las impurezas del agua permitiendo que se purifique a través de ella	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Kit de limpieza</li> <li>*Tornillos de montaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Válvulas de control fijo</li> <li>*Carcasa protectora</li> </ul>

***(Tabla #13 - RCM de Membranas de Osmosis)***


Dentro del ámbito de estudio, se han identificado fallos comunes en las membranas plásticas utilizadas en el sistema de ósmosis inversa. Estos incluyen problemas como la falta de flujo de agua, atascos y obstrucciones, inestabilidad en la presión y dificultades en el sellado. Estos inconvenientes pueden comprometer la eficacia y el rendimiento del sistema, resaltando la necesidad de abordarlos de manera oportuna para mantener el funcionamiento óptimo del proceso de filtración y separación.

En el mercado, el precio de una membrana plástica de ósmosis inversa puede variar significativamente, situándose en un rango aproximado de \$50 a \$150 o incluso más, según la marca y características del producto.

PARTES DEL EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO (\$)
Kit de Limpieza	1	\$ 20,00
Válvulas de control fijo	1	\$ 30,00
Carcasa Protectora	1	\$ 25,00
Tornillos de Montaje	1	\$ 10,00
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 85,00</b>
	<b>IVA 12%</b>	<b>\$ 3,60</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 88,60</b>

***(Tabla #14 - Valor de repuestos de Membranas plásticas)***

El porcentaje calculado, que equivale aproximadamente al 80%, refleja la relevancia de las membranas plásticas en el contexto del sistema de ósmosis inversa.

MOTOR ELECTRICO		
	Modo de Fallo	Medidas Preventivas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sobrecarga electrica.</li> <li>* Fallas de arranque</li> <li>* Desgaste de rodamientos.</li> <li>* Corrosion y Humedad</li> <li>* Problemas de escobillas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisar cada parte del motor.</li> <li>* Lubricar periodicamente.</li> <li>* Revisar la lubricacion de los rodamientos.</li> </ul>
Funcion	Repuestos	
Convertir la energía eléctrica en energía mecánica de rotación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rodamientos</li> <li>* Escobillas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Capacitor</li> <li>* Bobina</li> <li>* Cable</li> </ul>

**(Tabla #15 - RCM de Motor Eléctrico)**


En el contexto de la investigación, se identificaron diversas fallas comunes que pueden afectar el funcionamiento de los motores eléctricos. Estas incluyen sobrecarga eléctrica, que puede resultar en un deterioro prematuro de las bobinas y el sistema de aislamiento; fallas de arranque, que pueden ser causadas por problemas en los interruptores o en los componentes de arranque; desgaste de rodamientos, que con el tiempo pueden generar ruidos y vibraciones anormales en el motor; corrosión y humedad, que pueden deteriorar los componentes internos del motor; y problemas en las escobillas, que pueden causar una conexión eléctrica inadecuada. Estas fallas pueden afectar la eficacia y el ciclo vida de los motores eléctricos, debido que es crucial implementar un mantenimiento preventivo adecuado para mitigar estos problemas y garantizar un funcionamiento óptimo del equipo.

En el alcance de este estudio, se pudo observar que un motor eléctrico de tamaño estándar y potencia moderada presenta un rango de precios aproximado de \$200 a \$800 en el mercado. No obstante, es necesario considerar que estas cifras pueden fluctuar en función de la marca y las especificaciones técnicas particulares de cada motor, así como las condiciones del lugar de adquisición.

PARTES DEL EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO (\$)
Bobinado	1	\$ 15
Cable	1	\$ 5
Capacitor	1	\$ 10
Escobillas	1	\$ 5
Rodamientos	1	\$ 10
	<b>SUBTOTAL</b>	\$ 45
	<b>IVA 12%</b>	\$ 3,60
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 48,60</b>

***(Tabla #16 - Valor de repuestos de Motor Eléctrico)***

Su prominente porcentaje de importancia, que alcanza un 73.34%, resalta su rol crítico en la cadena de procesos.

SELLADORA		
	Modo de Fallo	Medidas Preventivas
		<ul style="list-style-type: none"> <li>*Temperatura alta</li> <li>*Desgaste de Bandas</li> <li>*Fugas del producto envasado</li> </ul>
Funcion	Repuestos	
Este equipo se podrá conservar en las mejores condiciones productos que empaquen en bolsas	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Bandas de Teflon</li> <li>*Correas dentadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Aceite reductor</li> </ul>

***(Tabla #17 - RCM de Selladora)***


Dentro del contexto del proceso de envasado, las selladoras industriales enfrentan una serie de fallas comunes que pueden impactar significativamente su funcionamiento. Entre estas problemáticas destacan el desgaste prematuro de la banda transportadora, lo cual no solo puede comprometer la calidad del sellado, sino también requerir frecuentes reemplazos de este componente. Además, las fugas del producto envasado se presentan como una dificultad considerable, generando pérdidas de producto y contaminación de lotes, afectando así la calidad del producto final. Por último, las temperaturas elevadas en la zona de sellado pueden dar lugar a problemas de integridad del empaque y un consumo excesivo de energía. Estas fallas, si no son abordadas adecuadamente, pueden conllevar demoras en la producción, gastos adicionales y una disminución de la satisfacción tanto interna como externa en vinculación a la importancia de los productos envasados.

En el mercado, es posible encontrar selladoras de banda transportadora con precios que oscilan entre aproximadamente \$300 hasta \$2000 o más, en función de las especificaciones técnicas y la calidad del equipo.

PARTES DEL EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO (\$)
Bandas de teflón	1	\$ 5
Correas dentadas	1	\$ 5
Aceite reductor	1	\$ 12
	<b>SUBTOTAL</b>	\$ 22
	<b>IVA 12%</b>	\$ 3,60
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 25,60</b>

***(Tabla #18 - Valor de repuestos de Selladora)***

La selladora industrial desempeña un papel significativo en el flujo de producción, y su porcentaje de importancia del 46.67% refleja su relevancia en el proceso operativo.

CABEZALES DE ABLANDADORES		
	Modo de Fallo	Medidas Preventivas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Problemas en el temporizador.</li> <li>*Problemas electricos.</li> <li>*Resina saturada.</li> <li>* Desgaste de piezas moviles</li> <li>*Valvula defectuosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revision y reemplazo del temporizador.</li> <li>*Revision y llenado de sal en el tanque.</li> <li>*Reemplazar la resina.</li> </ul>
Funcion	Repuestos	
Controlar el flujo de agua a través del sistema de ablandamiento y la regeneración del medio	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Valvulas</li> <li>Embolos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Kit de regeneracion</li> <li>*Componentes electricos</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>*Pistones y</li> </ul>

***(Tabla #19 - RCM de Cabezal)***

Entre las problemáticas más frecuentes se destacan el mal funcionamiento del temporizador, lo que puede originar ciclos de regeneración inadecuados y una disminución en la eficacia del proceso; inconvenientes relacionados con los componentes eléctricos, como interruptores defectuosos o conexiones deterioradas, que pueden interrumpir la operación del sistema; la saturación de las resinas de intercambio iónico, lo cual merma la capacidad de ablandamiento del agua; el desgaste natural de las piezas móviles debido al uso continuo, generando efectos en la precisión y eficiencia del ablandador; y finalmente, la presencia de válvulas defectuosas que no se accionan correctamente, originando problemas en los ciclos de regeneración. Estas problemáticas pueden afectar la calidad del agua tratada y el desempeño general del sistema de ablandamiento. Por lo tanto, el cumplimiento de un mantenimiento preventivo periódico es


fundamental para asegurar un funcionamiento óptimo y aumentar la duración de la máquina de ablandamiento.

El precio de los cabezales de ablandadores puede cambiar en función de diferentes elementos, como la marca, la capacidad y las características específicas del modelo. En el mercado, es posible encontrar cabezales de ablandadores con costos aproximados que oscilan entre \$150 y \$350 dólares.

PARTES DEL EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO (\$)
Válvulas	1	\$ 50
Kit de regeneración	1	\$ 25
Pistones y Embolos	1	\$ 25
Componentes eléctricos	1	\$ 25
	<b>SUBTOTAL</b>	\$ 125
	<b>IVA 12%</b>	\$ 3,60
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 128,60</b>

**(Tabla #20 - Valor de repuestos de Cabezal)**

El cabezal de ablandador, con un porcentaje de importancia del 46.67%, desempeña una función vital en el sistema.

CODIFICADORA		
	Modo de Fallo	Medidas Preventivas
	*Riego de tinta. *Falla del Sensor.	*Mantener limpio el equipo de codificación. *Evitar golpes. *Limpiar el equipo.
Funcion	Repuestos	
Codificar o marcar datos variables, como pueden ser la fecha de caducidad, lote, códigos de barras.	*Sensor    *Tinta    *Cinta Transportadora	

**(Tabla #21 - RCM de Codificadora)**

Las fallas comunes en una codificadora industrial pueden abarcar problemas como el goteo o exceso de tinta, lo que puede afectar la calidad de impresión y ensuciar los productos. Asimismo, las fallas en los sensores pueden generar errores en la detección de los productos a ser codificados, lo que podría resultar en códigos mal ubicados o ausentes. Estos inconvenientes




pueden afectar la precisión y la legibilidad de los códigos impresos, lo que señala el interés de un mantenimiento adecuado y una rápida solución para mantener la eficacia y la condición en el desarrollo de la codificación industrial.

El precio de una codificadora industrial puede variar ampliamente dependiendo de la marca, modelo y características específicas. En el mercado ecuatoriano, una codificadora industrial puede tener un costo aproximado que oscila entre \$800 y \$3000 dólares o más, dependiendo de la marca y las funcionalidades que ofrezca.

PARTES DEL EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO (\$)
Sensor	1	\$ 40
Tinta	1	\$ 5
Cinta Transportadora	1	\$ 55
	<b>SUBTOTAL</b>	\$ 100
	<b>IVA 12%</b>	\$ 3,60
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 103,60</b>

***(Tabla #22 - Valor de repuestos de Codificadora)***

La codificadora industrial, con un porcentaje de importancia del 40%, desempeña un papel significativo en la cadena de producción.

LLENADORA DE 4-6 BOQUILLAS		
	Modo de Fallo	Medidas Preventivas
		*Fugas en boquillas *Atascos en boquillas
Funcion	Repuestos	
Medir y dispensar líquidos ligeros a viscosos con gran precisión y rapidez	*Boquillas. *Reles.	*Fotosensores. *Interruptores. *PLC.

***(Tabla #23 - RCM de Llenadora de 4-6 Boquillas)***

En el contexto de las llenadoras de 4 o 6 boquillas, es común enfrentar una serie de fallas recurrentes que pueden afectar su rendimiento eficiente. Entre estas problemáticas destacan las fugas de líquido, que pueden surgir debido a juntas o sellos deteriorados, causando derrames y desperdicio de producto. El desgaste y atascos de las boquillas son preocupaciones adicionales, con el desgaste gradual disminuyendo la precisión del llenado y los atascos resultando en


interrupciones en la operación. Estas fallas no solo afectan la productividad, sino también la calidad del producto envasado. Es fundamental llevar a cabo un mantenimiento periódico y revisiones exhaustivas de las boquillas y componentes relacionados para prevenir estas dificultades y mantener un proceso de llenado efectivo y confiable.

El precio aproximado de una llenadora de 4 o 6 boquillas puede variar entre \$1,000 y \$5,000 o más, dependiendo de factores como la marca, la capacidad de llenado, la precisión y las características adicionales que pueda tener la máquina.

PARTES DEL EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO (\$)
Boquillas	1	\$ 25
PLC	1	\$ 35
Rele	1	\$ 20
Sensor	1	\$ 40
Interruptor	1	\$ 20
	<b>SUBTOTAL</b>	\$ 140
	<b>IVA 12%</b>	\$ 3,60
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 143,60</b>

***(Tabla #24 - Valor de repuestos de Llenadora)***

La llenadora de 4-6 boquillas, con un porcentaje de importancia del 60%, ocupa un lugar esencial en el proceso de envasado y embotellado.

HORNO TRANSPORTADOR		
	Modo de Fallo	Medidas Preventivas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Sobrecalentamiento</li> <li>*Fallos de sistema de control</li> <li>*Desgastes de cintas transportadora</li> <li>*Acumulacion de residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Revision del estado de los contactores.</li> <li>*Verificar la temperatura.</li> <li>*Lubricar los rodamientos.</li> </ul>
	<b>Funcion</b>	<b>Repuestos</b>
Secado de piezas que puedan colocarse sobre una cinta transportadora sin tocarse entre ellas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Cinta Transportadora</li> <li>*Componentes electricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Rodillo</li> <li>*Sensor</li> </ul>

***(Tabla #25 - RCM del Horno Transportador)***

Las fallas comunes en un horno transportador abarcan desde el sobrecalentamiento debido a problemas en el sistema de control de temperatura, hasta desgastes en las cintas transportadoras que pueden llevar a un funcionamiento deficiente y acumulación de residuos


que afectan la calidad del proceso. La presencia de fallos en el sistema de control también puede contribuir a inestabilidades en la temperatura y el funcionamiento general del horno.

El precio de un horno transportador puede variar significativamente según su tamaño, capacidad, características específicas y marca. En general, los hornos transportadores pueden tener un rango de precios que va desde unos miles de dólares.

PARTES DEL EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO (\$)
Cinta Transportadora	1	\$ 55
Rodillo	1	\$ 20
Componentes eléctricos	1	\$ 25
Sensor	1	\$ 40
<b>SUBTOTAL</b>		\$ 140
<b>IVA 12%</b>		\$ 3,60
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 143,60</b>

***(Tabla #26 - Valor de repuestos de Horno Transportador)***

El horno transportador, con un porcentaje de importancia del 66.67%, desempeña un papel fundamental en los procesos de calentamiento y cocción dentro de la planta. Este valor refleja su destacada relevancia en la línea de producción y su efecto directo en la condición de los productos finales.

REACTOR TANQUE		
	Modo de Fallo	Medidas Preventivas
		<ul style="list-style-type: none"> <li>*Fugas en la valvula.</li> <li>*Partes oxidadas</li> <li>*Aspas averiadas</li> </ul>
Funcion	Repuestos	
Transformar un producto determinado, atendiendo sus causas físicas y químicas para obtener un nuevo producto.	*Mangueras      *Aspas	

***(Tabla #27 - RCM del Reactor Tanque)***

En el marco de la operación de un reactor tanque, se han identificado fallos recurrentes que pueden tener implicaciones notables en la eficiencia y seguridad de los procedimientos. Estos inconvenientes abarcan desde fugas en las válvulas, que ponen en peligro la moralidad del


medio, hasta la presencia de componentes oxidados, indicio de corrosión y desgaste de las partes metálicas. Además, el desgaste o deterioro de las aspas agitadoras puede afectar significativamente la mezcla y calidad de los procesos. Abordar estas problemáticas mediante un mantenimiento periódico es necesario para garantizar el manejo óptimo del reactor y la preservación de la integridad de las operaciones que este implica.

El costo aproximado de un reactor tanque puede variar significativamente en función de su tamaño, capacidad y características específicas. En el mercado, los precios pueden oscilar entre los miles de dólares, dependiendo de la marca, el material de construcción y la complejidad del equipo.

PARTES DEL EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO (\$)
Aspas de forma axial	1	\$ 25
Manguera	1	\$ 40
	<b>SUBTOTAL</b>	\$ 65
	<b>IVA 12%</b>	\$ 3,60
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 68,60</b>

***(Tabla #28 - Valor de repuestos de Reactor Tanque)***

El reactor tanque, con un porcentaje de importancia del 66.67%, se posiciona como un componente esencial en los procesos químicos de la planta. Este valor refleja su destacado rol en la mezcla homogénea y la reacción de los químicos, lo que trasciende directamente en la importancia y consistencia de los productos finales.

PANEL DE CONTROL ELECTRICO		
	Modo de Fallo	Medidas Preventivas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Fallas en cableado eléctrico</li> <li>* Fallas en componentes eléctricos</li> <li>* Sobrecarga eléctrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Observar que no presente daños.</li> <li>* Verificar que los conductores estén bien conectados.</li> <li>* Reajustar los bornes de conexión de los interruptores.</li> </ul>
Funcion	Repuestos	
Controlar y proteger los circuitos de la instalación eléctrica, minimizando los riesgos por sobrecargas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Pulsadores.</li> <li>* Luces pilotos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Fusibles.</li> <li>* Contactores</li> <li>* Rele termico</li> </ul>

***(Tabla #29 -RCM del Panel de control eléctrico)***

Las fallas comunes en un panel de control eléctrico pueden incluir problemas de cableado, conexiones flojas o defectuosas, fallos en componentes eléctricos como relés o interruptores, cortocircuitos, problemas de programación del controlador, sobrecargas eléctricas y posibles

fallas en el suministro de energía. Estas fallas pueden llevar a interrupciones en el funcionamiento del equipo o incluso a situaciones de riesgo eléctrico.

El precio de un panel de control eléctrico puede cambiar significativamente en circunstancia de múltiples factores, como su tamaño, complejidad y características específicas. En términos generales, los paneles de control eléctrico pueden tener un rango de precios que oscila entre cientos y miles de dólares. Esta variación en el costo se debe a la diversidad de aplicaciones y requerimientos que pueden tener estos paneles en diferentes industrias y procesos.

<b>PARTES DEL EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO (\$)</b>
Pulsadores	1	\$ 1,5
Fusibles	1	\$ 40
Luces Pilotos	1	\$ 1,5
Contactor	1	\$ 17,5
Rele Térmico	1	\$ 35,0
	<b>SUBTOTAL</b>	\$ 96
	<b>IVA 12%</b>	\$ 3,60
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 99,10</b>

***(Tabla #30 - Valor de repuestos de Panel de Control Eléctrico)***

El panel de control eléctrico, con un porcentaje de importancia del 53.34%, ocupa un lugar crucial en la operación y el funcionamiento seguro de los equipos de la planta. Este valor subraya su papel esencial en la supervisión, regulación y control de los procesos industriales.

#### **4.3 RENDIMIENTO EN PORCENTAJE DE IMPORTANCIA DE LOS EQUIPOS**

<b>EQUIPO</b>	<b>PORCENTAJE DE IMPORTANCIA (%)</b>
Membranas plásticas de Osmosis	80%
Motor Eléctrico	73,34%
Bomba de agua	73,34%
Horno Transportador	66,67%
Reactor Tanque	66,67%
Llenadora	60%
Panel de Control Eléctrico	53,34%
Selladora Industrial	46,67%
Cabezal de Ablandador	46,67%
Codificadora Industrial	40%

***(Tabla #31 - Porcentaje de Importancia de los equipos en la planta)***

#### **4.4 TIEMPO DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS EQUIPOS DE PLANTA OSMOSIS**

##### ***Cabezal de ablandador:***

- Mantenimiento preventivo cada 6 meses.

##### ***Bomba de agua:***

- Mantenimiento preventivo de 3 meses.

##### ***Membranas plásticas de osmosis:***

- Mantenimiento preventivo de 6 meses.

#### **EQUIPOS DE AREA DE PRODUCCION**

##### ***Reactor Tanque:***

- Mantenimiento preventivo 3 meses.

##### ***Motor eléctrico***

- Mantenimiento preventivo de 6 meses.

##### ***Panel de Control Eléctrico:***

- Mantenimiento preventivo anualmente.

#### **EQUIPOS DE AREA CONSUMO MASIVO**

##### ***Horno Transportador:***

- Mantenimiento preventivo de 3 meses.

##### ***Máquina de Llenado de 4-6 boquillas:***

- Mantenimiento preventivo de 3 meses.

##### ***Selladora:***

- Mantenimiento preventivo de 6 meses.

##### ***Codificadora:***

- Mantenimiento preventivo 6 meses.

#### 4.5 RESULTADOS FINALES

Se constata que el plan de mantenimiento elaborado para la industria química ha sido implementado con éxito y se encuentra en fase de ejecución. Se ha procedido a recopilar y registrar información detallada debidamente a la etapa resuelta de mayo a julio del este año. Este proceso de implementación y registro brinda una visión práctica de la efectividad y relevancia del plan, permitiendo reconocer patrones y preferencias en el desempeño de los equipos a lo largo del tiempo. Estos registros respaldan la toma de decisiones informadas y contribuyen a un mantenimiento más eficiente y proactivo de los equipos en las áreas específicas de la empresa.

A continuación, se anexa los mantenimientos realizados:

AREA	EQUIPOS	CODIGO	FRECUENCIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Planta de Osmosis	Bomba de agua sumergible	B01-OSM-SP	Semestre												
	Bomba dosificadora de Cloro	B02-OSM-SP	Trimestre												
	Cabezal Filtro Grease & Plus	CF01-OSM-SP	Semestre												
	Cabezal Filtro Zeolita	CF02-OSM-SP	Semestre												
	Cabezal Filtro Carbon Activado #1	CF03-OSM-SP	Semestre												
	Cabezal Filtro Carbon Activado #2	CF04-OSM-SP	Semestre												
	Filtro de Grease & Plus	FG-OSM-SP	Semestre												
	Filtro de Zeolita	FZ-OSM-SP	Semestre												
	Filtro de Carbon Activado #1	FC01-OSM-SP	Semestre												
	Filtro de Carbon Activado #2	FC02-OSM-SP	Semestre												
	Pre filtro Osmosis 2	F5M01-OSM-SP	Trimestre												
	Bomba de agua #1 Osmosis 2	B03-OSM-SP	Trimestre												
	Membranas de Osmosis 1	M1-OSM-SP	Semestre												
	Rotametros Osmosis 2	RO-OSM-SP	Semestre												
	Bomba de agua #1 Osmosis 1	B04-OSM-SP	Trimestre												
	Pre filtro Osmosis 1	F5M02-OSM-SP	Trimestre												
	Bomba de agua #2 Osmosis 1	B05-OSM-SP	Trimestre												
	Membranas de Osmosis 2	M2-OSM-SP	Semestre												

***(Tabla #32 - Cronograma de Mantenimiento / Planta de Osmosis)***

2023						
Control de Mantenimiento Preventivo						
FECHA	AREA	EQUIPO	RESPONSABLE	DESCRIPCION	FECHA PROXIMA DE MANTENIMIENTO	OBSERVACIONES
19-may	Planta de Osmosis	Bomba de agua #1 Osmosis 2	Jorge Mendez	Se llevo a cabo limpiezas y ajustes en las bombas de agua, siguiendo las directrices establecidas en el plan.	19 de Agosto del 2023	Ninguna
2-jun		Membranas de Osmosis 2	Juan Chavez	Limpieza quimica en las membranas a compresion productos alcalinos, acidos y solutos	2 de Diciembre del 2023	Ninguna
23-jun		Membranas de Osmosis 1	Juan Chavez	Limpieza quimica en las membranas a compresion productos alcalinos, acidos y solutos	23 de Diciembre del 2023	Ninguna
11-jul		Filtro de Carbon Activado #1	Proveedor Exterior	Se realizo el mantenimiento planificado en los filtros de ósmosis inversa. Esto incluyó la revisión y limpieza de los componentes clave como el sistema de filtración y las válvulas. También se verificaron los niveles de salmuera y se ajustaron según las especificaciones.	11 de Enero del 2023	Ninguna
11-jul		Filtro de Carbon Activado #2	Proveedor Exterior	Se realizo el mantenimiento planificado en los filtros de ósmosis inversa. Esto incluyó la revisión y limpieza de los componentes clave como el sistema de filtración y las válvulas. También se verificaron los niveles de salmuera y se ajustaron según las especificaciones.	11 de Enero del 2024	Ninguna
13-jul		Cabezal Filtro Carbon Activado #1	Proveedor Exterior	Se ejecutaron inspecciones, limpiezas y reemplazos de componentes según lo establecido en el plan.	13 de Enero del 2024	Ninguna
13-jul		Cabezal Filtro Carbon Activado #2	Proveedor Exterior	Se ejecutaron inspecciones, limpiezas y reemplazos de componentes según lo establecido en el plan.	13 de Enero del 2024	Ninguna
9-ago		Bomba dosificadora de Cloro	Jorge Mendez	La bomba dosificadora de cloro fue atendida con limpieza, calibración y reemplazo de componentes, resultando en una operación más eficiente y confiable.	9 de Febrero del 2024	Ninguna

*(Tabla #33 - Control de Mantenimiento / Planta de Osmosis)*

AREA	EQUIPOS	CODIGO	FRECUENCIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Consumo Masivo	Balanza	B-CON-SP	Anual												
	Horno Transportadora	CA-CON-SP	Trimestre												
	Llenadora #1	LL1-CON-SP	Trimestre												
	Llenadora #2	LL2-CON-SP	Trimestre												
	Llenadora #3	LL3-CON-SP	Trimestre												
	Llenadora #4	LL4-CON-SP	Trimestre												
	Selladora	SE-CON-SP	Semestre												
Codificadora	CD-CON-SP	Semestre													

*(Tabla #34 - Cronograma de Mantenimiento / Área de Consumo Masivo)*

2023						
Control de Mantenimiento Preventivo						
FECHA	AREA	EQUIPO	RESPONSABLE	DESCRIPCION	FECHA PROXIMA DE MANTENIMIENTO	OBSERVACIONES
22-may	Consumo Masivo	Horno Transportadora	Proveedor Exterior	Se llevó la inspección exhaustiva de las cintas transportadoras y la lubricación de las partes móviles para garantizar un funcionamiento fluido. Además, se limpiaron las zonas de acumulación de residuos y se verificó el sistema de control de temperatura para asegurar un calentamiento uniforme.	22 de Agosto del 2023	Ninguna

*(Tabla #35 - Control de Mantenimiento / Área de Consumo Masivo)*



AREA	EQUIPOS	CODIGO	FRECUENCIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Area de Produccion	Balanza #1	B1-PRO-SP	Anual												
	Balanza #2	B2-PRO-SP	Anual												
	Reactor 1	R01-PRO-SP	Trimestre												
	Reactor 2	R02-PRO-SP	Trimestre												
	Reactor 3	R03-PRO-SP	Trimestre												
	Reactor 4	R04-PRO-SP	Trimestre												
	Reactor 5	R05-PRO-SP	Trimestre												
	Reactor 6	R06-PRO-SP	Trimestre												
	Reactor 7	R07-PRO-SP	Trimestre												
	Reactor 8	R08-PRO-SP	Trimestre												
	Reactor 10	R10-PRO-SP	Trimestre												
	Motor Reactor 1	MRO1-PRO-SP	Semestre												
	Motor Reactor 2	MRO2-PRO-SP	Semestre												
	Motor Reactor 3	MRO3-PRO-SP	Semestre												
	Motor Reactor 4	MRO4-PRO-SP	Semestre												
	Motor Reactor 5	MRO5-PRO-SP	Semestre												
	Motor Reactor 6	MRO6-PRO-SP	Semestre												
	Tablero de Control Electrico #3	TC03-PRO-SP	Anual												
	Tablero de Control Electrico #4	TC04-PRO-SP	Anual												
	Tablero de Control Electrico #5	TC05-PRO-SP	Anual												

***(Tabla #36 - Cronograma de Mantenimiento / Área de Producción)***

LOGO	2023					
Control de Mantenimiento Preventivo						
FECHA	AREA	EQUIPO	RESPONSABLE	DESCRIPCION	FECHA PROXIMA DE MANTENIMIENTO	OBSERVACIONES
12-may	Area de Produccion	Reactor 4	Javier Miraba	Revisión detallada de las aspas, verificando su integridad y asegurando que estuvieran adecuadamente fijadas al eje. Además, se inspeccionó la estructura del tanque en busca de signos de corrosión y se aplicó un tratamiento anticorrosivo en las áreas afectadas. Asimismo, se verificaron los sistemas de control de agitación y se calibraron según los parámetros establecidos.	12 de Agosto del 2023	NINGUNA
		Reactor 5				

***(Tabla #37 - Cronograma de Mantenimiento / Área de Producción)***

## CONCLUSION

La presente investigación ha proporcionado una visión integral y detallada en el ámbito del mantenimiento preventivo de equipos industriales, aplicando el planteamiento del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). A lo largo de este estudio, se desarrolló un minucioso estudio de los equipos graves en diversas áreas de la planta, identificando sus componentes, características y desafíos inherentes.

El proceso de recopilación de información y fichas técnicas permitió evaluar la adecuación de los equipos a sus funciones, lo que condujo a la puesta en funcionamiento de un plan de mantenimiento preventivo personalizado. La aplicación del método RCM brindó una estructura sistemática para calificar el rendimiento de los equipos en competencia de su criticidad, frecuencia de fallos y consecuencias asociadas. La puntuación resultante proporcionó una visión cuantitativa de la importancia relativa de cada equipo en el contexto operativo.

Los resultados obtenidos resaltaron la relevancia crucial de ciertos equipos, desempeñan un papel vital en la producción y operación eficiente de la planta. La asignación de puntuaciones y cálculos de rendimiento de importancia permitió priorizar eficazmente la calidad de técnicas de mantenimiento, maximizando la excelencia y credibilidad de los componentes.

Se implementó el plan de mantenimiento preventivo basado en las puntuaciones y el rendimiento de importancia, lo que ha demostrado ser un enfoque efectivo para garantizar la operación fluida en la extensión del ciclo de vida de las máquinas. La recolección continua de datos y la actualización del plan permitirán adaptarse en las cambiantes limitaciones activas y optimizar la estrategia de mantenimiento a lo largo del tiempo.

En resumen, esta investigación ha brindado una metodología sólida y estructurada para abordar el mantenimiento preventivo en un entorno industrial. Los resultados obtenidos tienen implicaciones significativas para la eficiencia operativa, la disminución de costos y el incremento de la confiabilidad de los equipos. El enfoque RCM y el plan de mantenimiento resultante presentan un valor real para la empresa, al tiempo que establecen un origen sólido para posteriores indagaciones y optimizaciones en la gestión de activos industriales.

## BIBLOGRAFIA

- *Balanzas Industriales*. (2019). Bdcom. <https://www.balanzasdigitales.com/content/6-industriales>
- Carbotecnia. (2023). *Bombas dosificadoras*. Carbotecnia.info. <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/bombas-de-agua/bombas-dosificadoras/>
- *Codificador industrial*. (2021, abril 5). idicsa. <https://idicsa.com.mx/codificador-industrial/>
- Cómo funciona un motor eléctrico. (2020, octubre 12). *aula21 | Formación para la Industria*. <https://www.cursosaula21.com/como-funciona-un-motor-electrico/>
- Courtade, L. (2022, junio 30). *¿Para qué sirve la zeolita en filtración de agua?* Zeomediafilter.com; Zeomedia. <https://zeomediafilter.com/zeolita-filtracion-faq/>
- Fanser. (2023, mayo 23). *¿Cómo funcionan las máquinas llenadoras de líquidos?* [Actualizado 2023]. Fanser; Fanser, S.L. <https://fanser.com/como-funcionan-las-maquinas-llenadoras-de-liquidos/>
- Ferrovial. (2023). *Ósmosis inversa*. Ferrovial. <https://www.ferrovial.com/es/recursos/osmosis-inversa/>
- Filtrashop. (2022, enero 28). *Ósmosis inversa o carbón activado ¿Cuál elegir? diferencias*. Filtrashop. <https://filtrashop.com/osmosis-inversa-o-carbon-activado-cual-elegir-diferencias/>
- Fogler, H. S. (2016). *Elements of chemical reaction engineering* (5a ed.). Prentice Hall.
- Frusso. (2019). *FRUSSO. Fábrica de Tanques de Acero Inoxidable, Máquinas Embotelladoras, Microcervecerías; y Máquinas para Embotellado de Agroquímicos y Productos veterinarios*. Frusso.com. <https://www.frusso.com/termocontraible-3.html>
- Industria, D., & Químico, E. N. (2021). *EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA DEL QUÍMICO EN ECUADOR*. Edu.ec. [https://fca.uta.edu.ec/v4.0/images/OBSERVATORIO/dipticos/Diptico\\_N78.pdf](https://fca.uta.edu.ec/v4.0/images/OBSERVATORIO/dipticos/Diptico_N78.pdf)
- LFA Machines Oxford LTD. (2022). *Mezcladoras de Polvo*. LFA Prensas De Tabletas. <https://www.lfatabletpresses.com/es/products/mezcladores-de-polvo>
- Paul, E. L., Atiemo-Obeng, V., & Kresta, S. (Eds.). (2004). *Handbook of industrial mixing: Science and practice*. John Wiley & Sons.

- Planas, O. (2017a, noviembre 13). *¿Qué es el estátor de un motor eléctrico?* Demotor.net. <https://demotor.net/motores-electricos/componentes-de-un-motor-electrico/estator>
- Planas, O. (2017b, noviembre 13). *¿Qué es el rotor de un motor eléctrico?* Demotor.net. <https://demotor.net/motores-electricos/componentes-de-un-motor-electrico/rotor>
- Planet, A. (2021). *Cabezal Análogo con Fluviómetro (ablandador) 1"*. Agua Planet. <https://aguaplanet.cl/producto/cabezal-analogo-fobrite-flujometro-ablandador-1/>
- Proventus, G. (2020). *Membranas de ósmosis inversa*. Com.Mx. <https://osmosisinversa.com.mx/membranas.html>
- Salguero, D. A. H. (2022). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una industria química alimenticia en la ciudad de Guayaquil* [Universidad Politecnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22435>
- Spartan. (2023). Spartan. <https://spartanlatam.com/sobre/historia.html>
- Qué es el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). (2021, abril 26). *aula21 / Formación para la Industria*. <https://www.cursosaula21.com/que-es-el-mantenimiento-centrado-en-la-confiabilidad-rcm/>
- *¿Qué es el mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM)? - GMAO*. (2020, junio 16). eMaint. <https://www.emaint.com/es/reliability-centered-maintenance/>
- Sicma, P. (2023, marzo 30). *Cómo se realiza el mantenimiento de un motor eléctrico. Soluciones Integrales para la Industria 4.0*. <https://www.sicma21.com/mantenimiento-de-un-motor-electrico/>
- *Mantenimiento de bomba de presión de agua*. (2019, septiembre 7). Control del Agua. <https://controldelagua.es/mantenimiento-bomba-de-presion-de-agua/>
- Plus, N. (2020, agosto 14). *Cada cuanto tiempo se deben cambiar los filtros osmosis*. Nicton Plus. <https://www.nictonplus.com/cada-cuanto-tiempo-se-deben-cambiar-los-filtros-osmosis/>
- *¿Cuál es la vida útil normal de la máquina llenadora? ¿Será problemático hacer el automantenimiento? - Preguntas frecuentes*. (s/f). Neostarpack Co., Ltd. Recuperado el 16 de agosto de 2023, de <https://www.neostarpack.com/es/faq/how-to-maintain-filling-machine.html>

- LATMAC. (2022, junio 23). *¿Cómo funcionan las máquinas selladoras?* Equipos Agroindustriales. <https://productostaiwaneses.com/como-funcionan-las-maquinas-selladoras/>
- Alvarez, M., & Antonio, H. (2020). Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad de los equipos en laboratorio químico de minera Coimolache – Hualgayoc 2019. Universidad César Vallejo.
- IBM. (2023). *¿Qué es el mantenimiento preventivo? Tipos, ejemplos y beneficios.* Ibm.com. <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-preventive-maintenance>
- Rondón, P., & Antonio, F. (2021). Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Universidad Santo Tomás.
- a. Bucaramanga: Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación CRAI.
- Vargas Acevedo, S. (2016). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Servicios TRH Ltda. <https://repositorio.utp.edu.co/handle/11059/>
- Mantenimiento preventivo: guía definitiva [2023]. (2022, diciembre 9). Infraspak Blog; Infraspak. <https://blog.infraspak.com/es/mantenimiento-preventivo/>
- Díaz, A. A. (2020b, julio 24). 5 normas imprescindibles para una gestión eficaz del mantenimiento industrial. <https://www.linkedin.com/pulse/5-normas-imprescindibles-para-una-gesti%C3%B3n-eficaz-del-arocha-d%C3%ADaz/?originalSubdomain=es>
- Fractal, E. (2022, 30 diciembre). Norma ISO 55000: su importancia para las empresas. <https://www.fractal.com/es/blog/norma-iso-55000-su-importancia-para-las-empresas>
- Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: Tesis. (s. f.). <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16560>
- Salguero, H., & Antonio, D. (2022). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una industria química alimenticia en la ciudad de Guayaquil.
- E. (2022, 7 julio). Cómo crear un plan de mantenimiento preventivo con éxito. Eurofins Envira. <https://envira.es/es/como-crear-plan-mantenimiento-preventivo/>
- Castro, J. (2023, 25 enero). Control de inventarios: 7 pasos para implementar un sistema eficiente. <https://blog.corponet.com/7-pasos-clave-para-implementar-un-sistema-de-control-de-inventarios>

- Cansino, E., & Lucero, D. (2015, abril). Elaboracion de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica minera. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10469/1/CD-6192.pdf>
- Mantenimiento Planificado para empresas y software para Mantenimiento de maquinaria. (s. f.). <https://mantenimientoplanificado.com>
- Torres, V., & Carlos, J. (2010). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa Extruplas S.A.
- Dietsmann. (2018, 21 diciembre). 12 reglas de Mantenimiento Seguro. <https://www.dietsmann.com/es/campanas-de-hseq/12-reglas-de-mantenimiento-seguro/>

## ANEXOS



ANEXO 1: MOTOR ELECTRICO DEL REACTOR TANQUE EN AREA PRODUCCION



ANEXO 2: PANEL DE CONTROL ELECTRICO EN AREA DE PRODUCCION



ANEXO 3: REACTOR TANQUE EN AREA DE PRODUCCION



ANEXO 4: ASPA DE 15" DE REACTOR TANQUE





ANEXO 5: AGITADOR INDUSTRIAL (REACTOR 6) EN USO DE PROCESO QUIMICO EN AREA DE PRODUCCION



ANEXO 6: REACTOR TANQUE EN USO DE MEZCLAS QUIMICAS

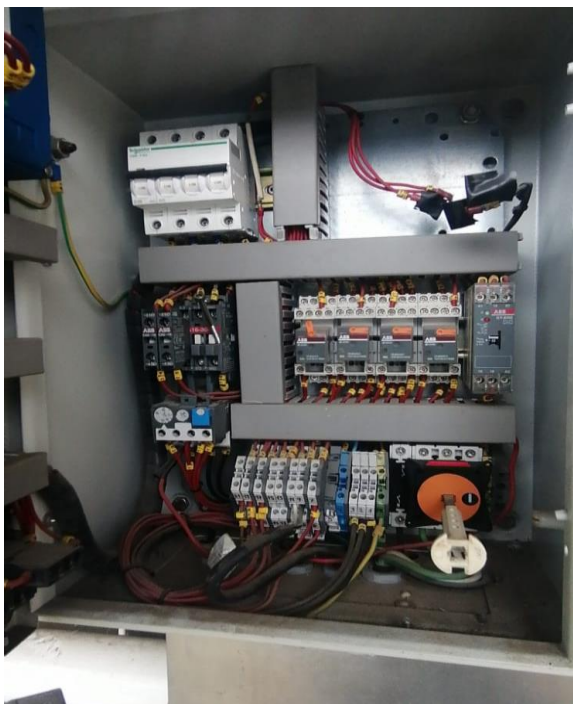


ANEXO 7: SISTEMA DE OSMOSIS 2, BOMBA DE AGUA, PRE FILTRO, MEMBRANAS PLASTICAS, PANEL DE CONTROL ELECTRICO



ANEXO 8: BOMBA DE AGUA CON OXIDACION, PERO EN USO





ANEXO 9: INTERIOR DE UN PANEL DE CONTROL ELECTRICO, UTILIZADO EN SISTEMA DE OSMOSIS 2



ANEXO 10: CABEZALES Y ABLANDADORES, EN USO EN PLANTA DE OSMOSIS



ANEXO 11: SISTEMAS DE OSMOSIS 1, BOMBA DE AGUA, MEMBRANAS PLASTICAS, PANEL DE CONTROL ELECTRICO



ANEXO 12: REACTOR DE MEZCLAS DE POLVOS HORIZONTAL EN AREA DE PRODUCCION