



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN PLANTA DE PRODUCCIÓN CANASA**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

**PRESENTADO POR:**

**21741304 ANDREA YANARA HERNÁNDEZ MARTÍNEZ**

**ASESOR METODOLÓGICO: ING. SANDRA FLORES**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA, JUNIO, 2023**

El presente trabajo se lo dedico a mi familia, por su constante amor y apoyo. Y, a toda aquella  
persona que colaboró en mi desarrollo académico.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, agradezco a Dios por brindarme la constancia para cumplir mis metas.

Agradezco a la Ingeniera Sandra Flores por su guía durante el desarrollo de mi práctica profesional.

Agradezco a CANASA por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de realizar mi práctica profesional.

A mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Las cajas de cartón forman parte de los principales empaques de la industria. Su versatilidad, flexibilidad y resistencia permiten ser el empaque ideal para un gran número de productos. Las cajas de cartón corrugado brindan una mayor resistencia al producto a empacar. En CANASA, Sigma Q, se produce cartón corrugado desde 1971. CANASA cuenta con múltiples clientes que requieren cajas de cartón corrugado con impresión, sin impresión, troqueladas, con partición y clientes convertidores que requieren láminas de cartón corrugado.

Durante desarrollo de la práctica profesional, se realizaron actividades asignadas por la empresa. Inicialmente, se trabajó en manuales operacionales y de limpieza de la máquina corrugadora como requerimiento de la implementación de Mantenimiento Autónomo en CANASA. Los manuales operacionales y de limpieza fueron completados y cargados a un sitio web creado sobre el Mantenimiento Autónomo.

Luego, se realizó un estudio de tiempos en la máquina impresora y troqueladora Flexo Kopper con el objetivo de validar el tiempo de setup de la máquina e identificar puntos de mejora en la eficiencia. Se identificaron los puntos de mejora y se construyó un plan de acción a implementar. Adicionalmente, se ejecutó un estudio de proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales para documentar y validar el tiempo productivo. Se documentaron las actividades realizadas y se identificó el tiempo productivo total. Por último, se realizó un diagrama de flujo de CANASA para identificar y clasificar todas las actividades por área.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

I. Introducción .....	7
II. Generalidades de la Empresa.....	8
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	8
2.1.1 MISIÓN.....	8
2.1.2 VISIÓN .....	8
2.1.3 VALORES .....	9
2.1.4 EJES ESTRATÉGICOS .....	9
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO.....	9
2.3 OBJETIVOS.....	10
2.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	10
2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
III. Marco Teórico .....	11
3.1 PRODUCCIÓN DE CARTÓN CORRUGADO .....	11
3.1.1 FUNDAMENTOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CARTÓN CORRUGADO:.....	11
3.1.2 PROCESOS Y OPERACIONES EN LA PRODUCCIÓN DE CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO .....	12
3.2 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL .....	13
3.2.1 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO .....	14
3.2.2 ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO .....	14
3.3 ESTUDIO DE TIEMPOS .....	14
3.3.1 FUNDAMENTOS.....	14
3.4 ESTUDIO DE PROCESO .....	15
3.4.1 HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE ESTUDIO DE PROCESOS .....	15
IV. Metodología.....	16
4.1 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN .....	16
4.1.1 VARIABLE DEPENDIENTE .....	16
4.1.2 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	16
4.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS .....	16
4.2.1 HERRAMIENTAS.....	16
4.2.1.1. Google Drive.....	16
4.2.1.2 Google Sites .....	16

4.2.1.3 Microsoft Project .....	16
4.2.1.4 Microsoft Visio .....	17
4.2.1.3 Microsoft Word .....	17
4.3 FUENTES DE INFORMACIÓN .....	17
4.3.1 ENTREVISTAS.....	17
4.3.2 GEMBA WALKS .....	17
4.3.3 BASES DE DATOS.....	17
4.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	18
V. Descripción del trabajo realizado .....	19
5.1 MANUALES OPERACIONALES Y DE LIMPIEZA PARA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO .....	19
5.1.1 CONTENIDO MANUALES OPERACIONALES .....	20
5.1.2 SITIO WEB DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.....	24
5.1.3 CONTENIDO MANUALES DE LIMPIEZA.....	26
5.2 ESTUDIO DE TIEMPOS MÁQUINA FLEXO KOPPER.....	31
5.2.1 TOMA DE TIEMPOS .....	32
5.2.2 DEFECTOS POR AUMENTO DE VELOCIDAD.....	34
5.3 FLUJO DE PROCESOS EN CANASA .....	37
5.4 ESTUDIO DE PROCESO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	41
VI. Conclusiones .....	46
VII. Recomendaciones.....	47
VIII. Bibliografía.....	48

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.....	8
Ilustración 2.....	9
Ilustración 3.....	11
Ilustración 4.....	12
Ilustración 5.....	18
Ilustración 6.....	21
Ilustración 7.....	22
Ilustración 8.....	22
Ilustración 9.....	23

Ilustración 10. ....	24
Ilustración 11. ....	24
Ilustración 12. ....	25
Ilustración 13. ....	25
Ilustración 14. ....	26
Ilustración 15. ....	27
Ilustración 16. ....	28
Ilustración 17. ....	31
Ilustración 18. ....	33
Ilustración 19. ....	34
Ilustración 20. ....	40
Ilustración 21. ....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Bitácora de Actividades Manuales Operacionales y de Limpieza .....	19
Tabla 2. Toma de tiempos de Setup Flexo Kopper .....	32
Tabla 3. Toma de tiempos de Setup Flexo Kopper Observaciones .....	32
Tabla 4. Lista de actividades Flexo Kopper .....	34
Tabla 5. Defectos identificados por aumento de velocidad .....	35
Tabla 6. Plan de Acción Flexo Kopper .....	36
Tabla 7. Lista de procesos CANASA .....	37
Tabla 8. Lista de actividades realizadas lunes y viernes .....	42
Tabla 9. Lista de actividades realizadas martes, miércoles y jueves .....	43

## I. INTRODUCCIÓN

Las cajas de cartón forman parte de los principales empaques de la industria. Su versatilidad, flexibilidad y resistencia permiten ser el empaque ideal para un gran número de productos. Las cajas de cartón corrugado brindan una mayor resistencia al producto a empacar.

En CANASA, Sigma Q, se produce cartón corrugado desde 1971. CANASA cuenta con múltiples clientes que requieren cajas de cartón corrugado con impresión, sin impresión, troqueladas, con partición y clientes convertidores que requieren láminas de cartón corrugado. El proceso de producción de cartón corrugado inicia en la máquina corrugadora considerada el corazón de CANASA.

En la corrugadora se colocan las bobinas de papel en la máquina, se enhebra el papel, empalma, pasa por los rodillos corrugadores y rodillos engomadores formando la primera cara del papel con la estructura corrugada. Luego, la segunda cara de papel se une con la primera y la lámina de cartón pasa por un proceso de secado, corte y sisado. La lamina de cartón pasa por un proceso de conversión a caja.

El área de producción se encarga de velar por el proceso de corrugación y conversión del cartón corrugado cumpliendo los estándares de calidad y especificaciones del cliente. En el siguiente informe se detallan las actividades de apoyo realizadas en el área de producción con el objetivo de impulsar y desarrollar la mejora continua de los procesos.

Inicialmente, se trabajó en conjunto con el equipo de mantenimiento en la creación de manuales operacionales y de limpieza de la máquina corrugadora para la implementación de Mantenimiento Autónomo. Luego, se realizaron actividades de apoyo como la construcción de un diagrama de flujo de proceso de CANASA, estudio de proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales y estudio de tiempos en máquina troqueladora e impresora.



## II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

Cartonera Nacional S.A. (CANASA) empresa productora de cartón corrugado, nace en 1971 ante la necesidad del mercado hondureño para suplir la demanda de empaques de cartón. Fue adquirida por la corporación Sigma Q, líderes en empaques y exhibidores, en 1991. Sigma Q cuenta con casa matriz en El Salvador y unidades de negocio a través de Centroamérica, México y Estados Unidos. CANASA produce cajas de cartón corrugado para empresas en el rubro textil, alimenticio y de limpieza. Al igual, ofrece láminas de cartón corrugado para empresas que convertidoras de cartón. CANASA se ubica en Chamelecón, San Pedro Sula. En la Ilustración 1, se ilustran las instalaciones de CANASA.

#### **Ilustración 1.**

*Entrada a instalaciones CANASA.*



*Nota.* Obtenido a partir de Google Maps.

#### 2.1.1 MISIÓN

Sigma Q (2023) establece su misión de la siguiente manera: "Ser el mejor proveedor de empaques y exhibidores de América."

#### 2.1.2 VISIÓN

Sigma Q (2023) establece su visión de la siguiente manera: "Apasionados por acompañar el éxito de nuestros clientes, nos comprometemos a que vivan una experiencia excepcional de negocios con las mejores soluciones multi empaque y de exhibidores."

### 2.1.3 VALORES

Sigma Q (2023) establece los siguientes valores empresariales:

- Hacer lo correcto, siempre.
- Excelencia en soluciones y resultados.
- Mentalidad ganadora.
- Muchas plantas, un solo equipo.
- Respeto al prójimo y al medio ambiente.

### 2.1.4 EJES ESTRATÉGICOS

Sigma Q (2023) cuenta con los siguientes ejes estratégicos: Enfoque en el cliente, Excelencia Operacional, Agilidad y Rentabilidad.

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

El departamento de Producción se encarga de la elaboración de las láminas de cartón corrugado y conversión de láminas a cajas de cartón. Se producen láminas de cartón de pared sencilla y pared doble. Para la elaboración de las cajas de cartón, se utilizan diferentes tipos de papel, ya sea papel virgen o reciclado. Adicionalmente, existen diversos gramajes de papel.

De acuerdo con el requerimiento del cliente, se realiza un recubrimiento a la lámina de cartón. El recubrimiento se aplica a cajas de cartón de productos alimenticios o productos que deben ser refrigerados.

El proceso de elaboración de la lámina de cartón se compone de la siguiente manera: empalme de papel, corrugado de papel, pegado de ambas caras de papel con papel corrugado, corte de lámina según especificación de cliente. Luego, la lámina de cartón pasa a un proceso de conversión donde se imprime el diseño del cliente, se realiza el corte de la caja y se realiza un flejado a las cajas para su envío al cliente. Vea Ilustración 2, planta de producción.

### **Ilustración 2.**

*Planta de producción CANASA*



*Nota.* Elaboración propia.

## **2.3 OBJETIVOS**

### 2.4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar actividades de apoyo en la planta de producción de CANASA para la mejora continua.

### 2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Crear manuales operacionales de la máquina corrugadora para la implementación de Mantenimiento Autónomo en CANASA.
2. Realizar un estudio de tiempos para la mejora de la eficiencia de la tripulación de la máquina de impresión y troquelado Flexo Kopper.
3. Realizar un estudio de proceso para la identificación y clasificación de actividades productivas en la planta de tratamiento de aguas residuales.
4. Elaborar diagrama de flujo de proceso de la empresa para identificar las actividades realizadas por cada área.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 PRODUCCIÓN DE CARTÓN CORRUGADO

El proceso de producción de cartón corrugado consta de una serie de operaciones que permiten transformar el papel a cartón. El cartón corrugado está compuesto por dos papeles y un papel corrugado.

##### 3.1.1 FUNDAMENTOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CARTÓN CORRUGADO:

El proceso de producción de cartón corrugado inicia con la elección o fabricación del papel a utilizar. Existen diferentes tipos de papel a utilizar ya sea papel virgen o reciclado. Dependiendo de la solicitud del cliente, se utiliza papel con mayor gramaje para mayor resistencia del papel. En cuanto a la fabricación del papel, Kirwan (2012) establece que se utilizan diferentes técnicas de pulpeado, formación, prensado y secado para formar las hojas de papel.

Luego, el proceso continúa con el corrugado del papel conocido como medium. Este corrugado brinda resistencia al empaque para proteger su contenido (Pereira et. al, 2020). Este médium se forma mediante el proceso de corrugación, donde se utilizan rodillos corrugadores para formar ondas en el papel, creando una estructura corrugada. Por último, se realiza la adhesión del papel liner con la estructura corrugado formando así la lámina de cartón corrugado. En la Ilustración 3, se puede visualizar la unión de ambas caras del papel y en la Ilustración 4 una representación gráfica de los procesos involucrados en la producción de láminas de cartón corrugado.

#### **Ilustración 3.**

*Unión de ambas caras de papel plano con papel corrugado*



*Nota.* Elaboración propia.

### 3.1.2 PROCESOS Y OPERACIONES EN LA PRODUCCIÓN DE CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO

La lámina de cartón pasa por un proceso de corte y sisado que permite dar forma a la caja de cartón. El corte se realiza de acuerdo con la especificación del tamaño de la caja, al igual que el sisado o ranurado. En la Ilustración 4, se ilustra el corte y sisado en cartón corrugado realizado en máquina.

#### **Ilustración 4.**

*Corte y sisado en cartón corrugado*



*Nota.* Elaboración propia.

Adicionalmente, uno de los procesos de la producción de cajas es la impresión. Se realiza la impresión de diseños, marcas o información en el cartón corrugado utilizando técnicas como la flexografía o la serigrafía. La flexografía consiste en el uso de material flexible y una plancha o rodillo que aplica la tinta al material donde se realiza la impresión.

Finalmente, de acuerdo con la especificación de la caja, se realiza un troquelado o plegado que permite dar forma a la caja.

### **3.2 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

El Mantenimiento Productivo Total es una metodología de gestión enfocada en maximizar la eficiencia y confiabilidad del equipo y maquinaria. Su objetivo es reducir o eliminar pérdidas asociadas a los fallos ocurridos en máquina, defectos de calidad y tiempo de inactividad (OEE, 2016).

El TPM se basa en ocho pilares fundamentales, que incluyen:

- Mantenimiento autónomo: Involucra a los operarios en la realización de tareas de mantenimiento básicas y el cuidado diario de los equipos.
- Mantenimiento planificado: Se centra en la planificación y programación de actividades de mantenimiento para minimizar el tiempo de inactividad no planificado.
- Mejora de la calidad: Busca eliminar los defectos y reducir la variabilidad en los procesos para garantizar productos y servicios de alta calidad.
- Formación y desarrollo: Proporciona capacitación y desarrollo de habilidades para los empleados en el área de mantenimiento y operaciones.
- Mantenimiento inicial: Se enfoca en mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos durante su etapa inicial de vida útil.
- Mantenimiento planificado en equipo: Implica la colaboración y participación de los equipos de trabajo en la planificación y ejecución de actividades de mantenimiento.
- Seguridad, salud y medio ambiente: Prevención de accidentes, promoción de la seguridad laboral y prácticas respetuosas con el medio ambiente.
- Administración de la productividad: Busca optimizar la eficiencia y productividad global de la organización mediante la eliminación de pérdidas y la mejora continua.

### 3.2.1 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El mantenimiento autónomo es un enfoque dentro del Mantenimiento Productivo Total (TPM) que involucra a los operarios en la responsabilidad del cuidado y mantenimiento básico de los equipos y maquinarias en un entorno de producción. Este es un mantenimiento planificado donde se realizan actividades de inspección, limpieza, lubricación y monitoreo, permitiendo que el operador tome una participación en el mantenimiento de la máquina (Engeman, 2021).

### 3.2.2 ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El mantenimiento autónomo involucra las siguientes actividades. Primeramente, la limpieza inicial donde los operarios llevan a cabo una limpieza profunda de los equipos y su entorno, eliminando suciedad, residuos y obstrucciones que puedan afectar su funcionamiento. Luego, una inspección se realizan inspecciones visuales y con ayuda de herramientas de medición se identifican posibles problemas o anomalías en los equipos, como fugas, desgaste o vibraciones anormales. Además, la lubricación y mantenimiento básico del equipo. Los operarios se encargan de la lubricación regular de los equipos, el ajuste de componentes, la reposición de fluidos y otros mantenimientos básicos necesarios para mantener el buen funcionamiento de los equipos.

## **3.3 ESTUDIO DE TIEMPOS**

El estudio de tiempos es una técnica que permite medir, analizar y mejorar la eficiencia y productividad de los procesos que se llevan a cabo en un trabajo. En un estudio de tiempos, se realiza una medición sistemática de los tiempos que se requieren para completar las diferentes actividades de una tarea.

### 3.3.1 FUNDAMENTOS

El tiempo estándar es el tiempo promedio que se requiere para completar una tarea o actividad bajo condiciones normales. Este tiempo se utiliza como base para la planificación de la producción, la estimación de costos y la evaluación de desempeño. Sin embargo, en una jornada laboral normal existen retrasos que deben ser considerados con suplementos u

holguras (Niebel & Freivald, 2014). La observación directa es la principal técnica para registrar los tiempos de las actividades con el uso de cronómetros u otras herramientas de medición.

### **3.4 ESTUDIO DE PROCESO**

El estudio de procesos es una metodología utilizada en la gestión de operaciones y la ingeniería industrial para analizar, mejorar y optimizar los procesos de trabajo. Consiste en examinar y comprender las actividades, secuencias y flujos de trabajo involucrados en la producción de bienes o servicios, con el objetivo de identificar ineficiencias, cuellos de botella y oportunidades de mejora (Safety Culture, 2023).

#### **3.4.1 HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS DE ESTUDIO DE PROCESOS**

Dentro de las herramientas y técnicas de estudio de procesos se encuentra el análisis de flujo de proceso. Esta técnica se utiliza para analizar y comprender la secuencia y el flujo de las actividades en un proceso. Permite identificar cuellos de botella, redundancias y oportunidades de mejora. Luego, el estudio de procesos está estrechamente relacionado con la mejora continua. Implica la identificación y eliminación sistemática de actividades innecesarias, ineficientes o defectuosas, y la implementación de mejores prácticas.

Dentro de las herramientas útiles para realizar un estudio de proceso se puede aplicar el modelado y simulación de procesos que permiten visualizar y evaluar diferentes escenarios y alternativas de diseño de procesos. Ayudan a identificar los impactos de los cambios propuestos antes de implementarlos.



## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN**

#### 4.1.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Según Sampieri et al. (2014) una variable dependiente es aquella que no se manipula y solo se mide el efecto que las variables independientes ejercen sobre ella. Se identificó que la variable dependiente es el resultado del desarrollo de las actividades.

#### 4.1.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Las variables independientes son las variables que se manipulan y luego causan un efecto sobre la variable dependiente (Sampieri et al., 2014). Las variables independientes son todas las actividades por desarrollar como los manuales operacionales y de limpieza, estudio de proceso, estudio de tiempos, diagramas de flujo.

### **4.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS**

#### 4.2.1 HERRAMIENTAS

##### *4.2.1.1. Google Drive*

Google Drive es una plataforma de almacenamiento en la nube que permite cargar, compartir y crear archivos. Google Drive es una excelente herramienta para compartir información.

##### *4.2.1.2 Google Sites*

Google Sites es una plataforma desarrollada por Google donde se pueden crear sitios web o blogs. La plataforma brinda herramientas y plantillas para crear un sitio web de manera fácil y rápida.

##### *4.2.1.3 Microsoft Project*

Microsoft Project es un software de administración de proyectos de Microsoft. El software permite crear proyectos desde cero desde donde se pueden asignar recursos, materiales y fechas para cada hito del proyecto.

#### *4.2.1.4 Microsoft Visio*

Microsoft Visio es un software para la creación de diagramas de la empresa Microsoft. El software brinda plantillas o se puede crear contenido desde cero como organigramas, diagramas de flujo, diagrama de Venn, entre otros.

#### *4.2.1.3 Microsoft Word*

Microsoft Word es un software de creación de documentos proveniente de la empresa Microsoft. El software permite editar y compartir archivos.

### **4.3 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Para el desarrollo de las actividades en CANASA, se obtuvo información de diversas fuentes.

#### **4.3.1 ENTREVISTAS**

Los operadores son los expertos en el proceso de producción y en el manejo de máquinas. Por lo tanto, ellos son la mejor fuente de información. Se entablaron conversaciones y entrevistas cortas con los operadores de la máquina corrugadora y con el personal de mantenimiento.

#### **4.3.2 GEMBA WALKS**

Gemba proviene del japonés y significa lugar real, refiriéndose al lugar donde sucede el proceso de producción, desarrollo o venta del producto (Hernández & Vizán, 2013). Por lo tanto, se le conoce a gemba walks a esas caminatas donde se busca conocer el proceso, conversar con el personal y encontrar áreas de mejora en el proceso. Información relevante se obtuvo por medio de la observación del proceso de producción, ejecución de preguntas y aporte de ideas.

#### **4.3.3 BASES DE DATOS**

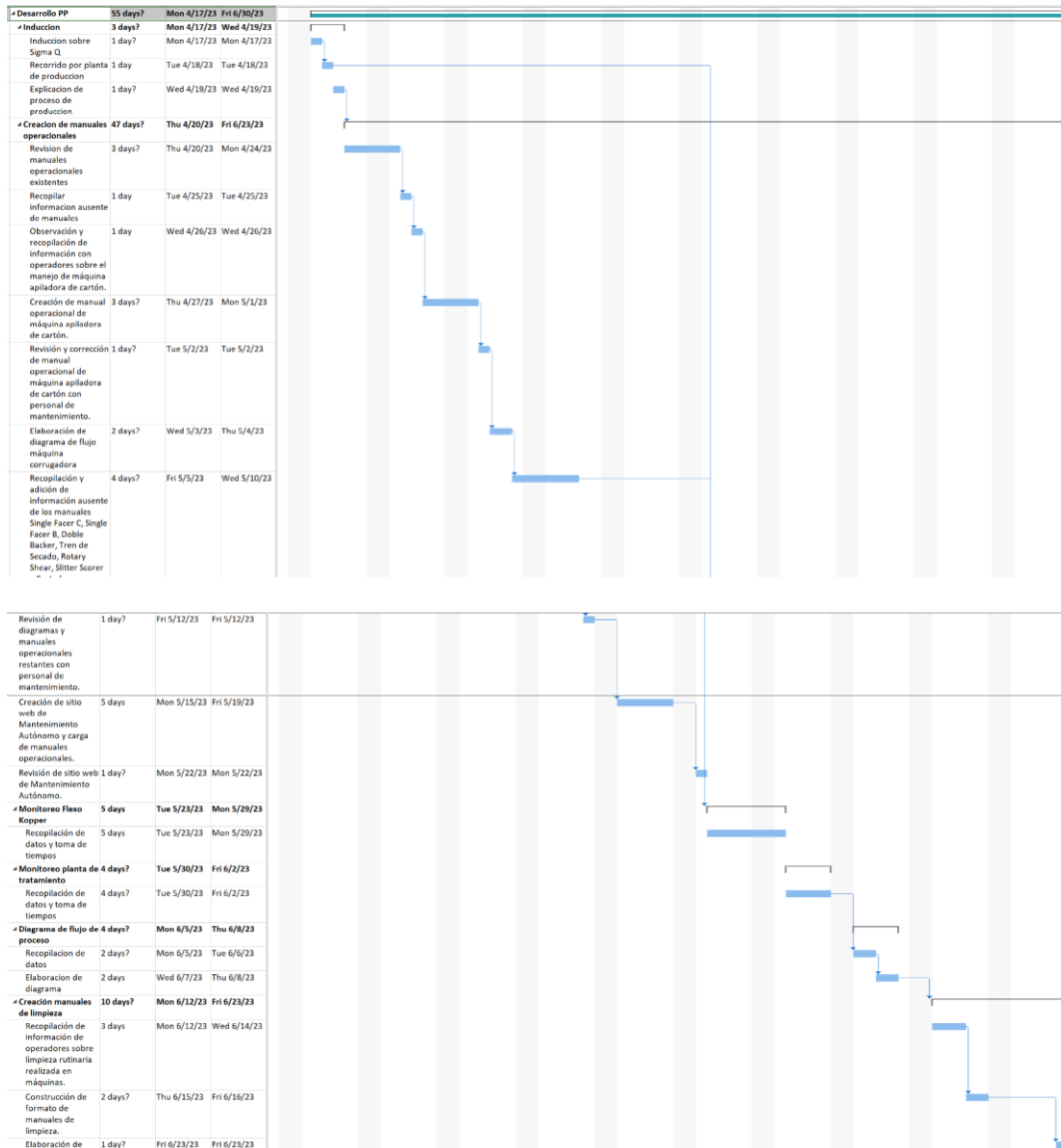
Por medio de búsqueda e investigación se recopilaron datos de sitios web, libros y bases científicas. Adicionalmente, se obtuvo información de bases de datos existentes de la empresa como árbol de activos, matrices de criticidad y manuales de máquina.

## 4.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma de actividades se construyó en base a las actividades asignadas durante el desarrollo del periodo de práctica profesional, siendo una práctica profesional cronológica.

### Ilustración 5.

Cronograma de actividades



Nota. Elaboración propia.

## V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

### 5.1 MANUALES OPERACIONALES Y DE LIMPIEZA PARA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Inicialmente, se asignó completar manuales operacionales de la máquina principal de la planta, la máquina corrugadora para la implementación de Mantenimiento Autónomo. La corrugadora se divide en las siguientes máquinas: Single Facer C, Single Facer B, Doble Backer, Tren de secado, Rotary Shear, K&H Slitter Scorer, BHS Cortadora Transversal, Apiladores de cartón. Los manuales se dividieron por máquina.

En la Tabla 1, se plantea una bitácora de actividades para las actividades realizadas sobre los manuales operacionales y de limpieza.

**Tabla 1. Bitácora de Actividades Manuales Operacionales y de Limpieza**

Bitácora de actividades – Manuales Operacionales y de Limpieza		
Fecha Inicio	Actividad	Fecha Completada
20/4/23	Revisión de manuales operacionales existentes.	24/4/23
25/4/23	Recopilación de información ausente en los manuales.	25/4/23
26/4/23	Observación y recopilación de información con operadores sobre el manejo de máquina apiladora de cartón.	26/4/23
26/4/23	Creación de manual operacional de máquina apiladora de cartón.	1/5/23
2/5/23	Revisión y corrección de manual operacional de máquina apiladora de cartón con personal de mantenimiento.	2/5/23
3/5/23	Elaboración de diagrama de flujo máquina corrugadora	4/5/23
5/5/23	Recopilación y adición de información ausente de los manuales Single Facer C, Single Facer B, Doble Backer, Tren de Secado, Rotary Shear, Slitter Scorer y Cortadora Transversal.	10/5/23

11/5/23	Elaboración de diagrama de flujo de calderas y almidonera	11/5/23
12/5/23	Revisión de diagramas y manuales operacionales restantes con personal de mantenimiento.	12/5/23
15/5/23	Creación de sitio web de Mantenimiento Autónomo y carga de manuales operacionales.	19/5/23
22/5/23	Revisión de sitio web de Mantenimiento Autónomo.	22/5/23
12/6/23	Recopilación de información de operadores sobre limpieza rutinaria realizada en máquinas.	14/6/23
15/6/23	Construcción de formato de manuales de limpieza.	16/6/23
19/6/23	Elaboración de manuales de limpieza con información recopilada de personal de mantenimiento.	23/6/23

*Nota.* Elaboración propia.

### 5.1.1 CONTENIDO MANUALES OPERACIONALES

El manual cuenta con un total de 10 apartados. Los apartados son: Generalidades, Seguridad y Prevención de Accidentes, Árbol de Activos, Matriz de Criticidad, Descripción de Máquina, Mandos y Partes Principales, Pantallas de Máquina, Controles de Operación, Instrucciones de Operación, Catálogo de Averías.

El apartado de "Generalidades" se incorpora en todos los manuales incluyendo elementos como descripción de la máquina corrugadora, partes que componen la máquina, flujo del proceso de la máquina, ayudas visuales y datos técnicos permitiendo familiarizarse con la máquina y sus procesos.

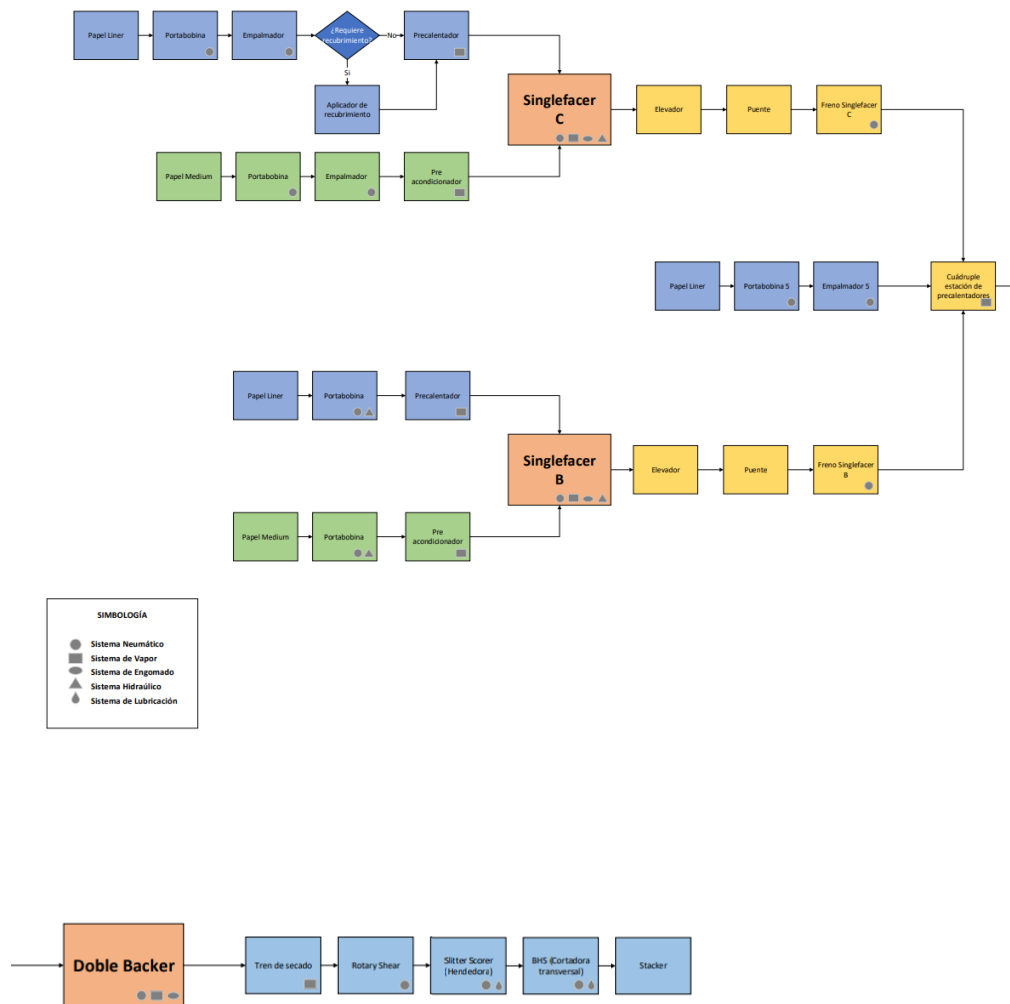
Para este apartado, se creó un diagrama de flujo que representa la elaboración de cartón corrugado en doble cara desde la entrada de la materia prima a máquina hasta la salida de la lámina de cartón de la línea de producción de la corrugadora. Para la creación del diagrama, se observó el proceso de producción en la corrugadora. Luego, con apoyo de los operadores y

mecánicos se planteó el diagrama descrito en la Ilustración 6 donde se identificó los tipos de sistemas con los que opera la máquina.

Adicionalmente, se creó un diagrama de las calderas y la almidonera que alimentan a la máquina corrugadora que muestra la distribución de energía, agua, vapor y combustible. En la Ilustración 7, se ilustra el diagrama correspondiente a la almidonera y en la Ilustración 8 el diagrama correspondiente a las calderas.

**Ilustración 6.**

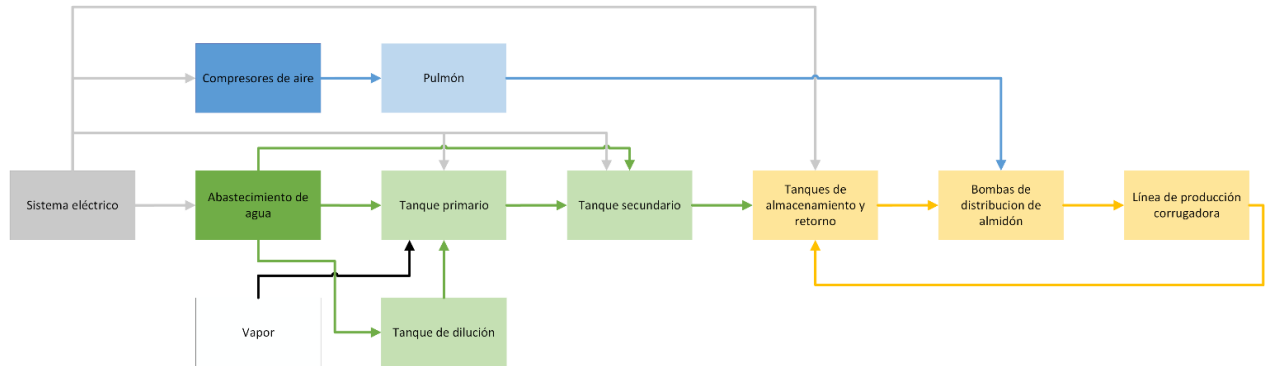
*Diagrama de máquina corrugadora*



*Nota.* Elaboración propia.

## Ilustración 7.

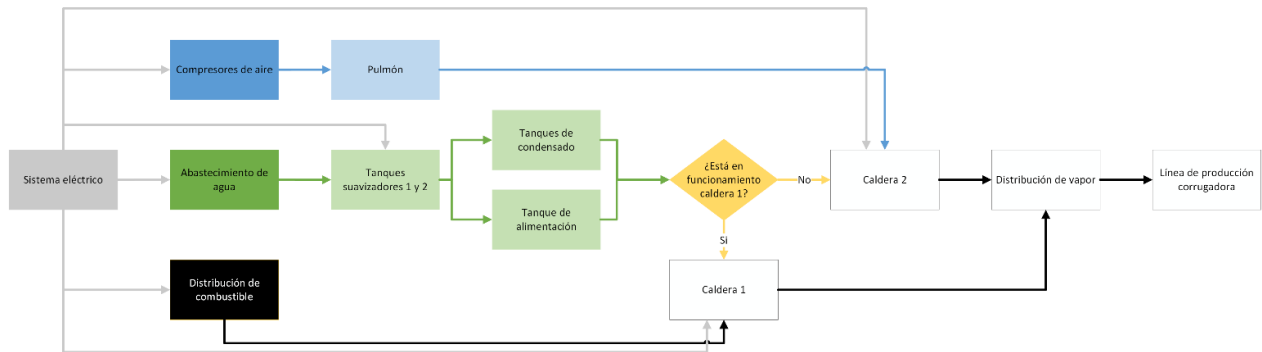
Diagrama de flujo almidonera



Nota. Elaboración propia.

## Ilustración 8.

Diagrama de flujo calderas



Nota. Elaboración propia.

El siguiente apartado corresponde a la Seguridad y Prevención de Accidentes. Este apartado se encarga de brindar lineamientos de seguridad para el manejo de la máquina y desplazamiento en la planta de producción. Se detallan los riesgos que pueden afectar al personal, indicaciones generales y significado de simbología de seguridad.

Los apartados de Árbol de Activos y Matriz de Criticidad fueron tomados de la base de datos de la empresa. Las secciones de Descripción de Máquina, Mandos y Partes Principales,

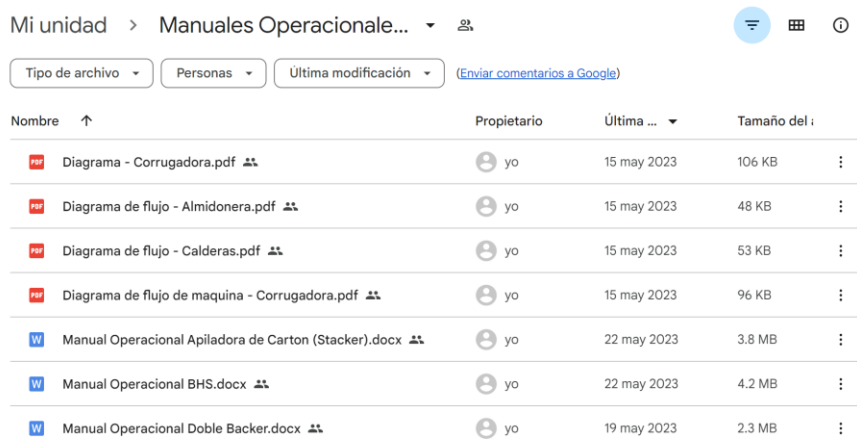
Pantallas de máquina, Controles de Operación, Instrucciones de Operación, Catálogo de Averías se elaboraron por medio de la observación del proceso, recopilación de información de los operadores y revisión con personal de mantenimiento.

En Descripción de Máquina, se describen los elementos que componen la máquina de manera breve y se detalla el funcionamiento de la máquina. Luego, se definen e identifican los mandos y partes principales de la máquina. El apartado de Pantallas de Máquina se creó para las diversas máquinas cuentan con una pantalla desde donde se introducen datos o se accionan funciones. Se describen las diferentes pantallas que pueda tener la máquina con sus respectivos menús para cada función.

En el apartado de controles de operación se ilustra y describe cada control que forma parte de la consola de mando de la máquina. Al igual, la sección de controles de operación enlista y describe los pasos que deben seguirse para operar la máquina. Por último, la sección de Catálogo de Averías cuenta con las fallas que usualmente puede ocurrir en la máquina. Los manuales y diagramas fueron cargados a una carpeta en Google Drive como se puede apreciar en la Ilustración 9.

### Ilustración 9.

*Carpeta de Google Drive con archivos originales de manuales operacionales*



Google Drive interface showing a folder named "Manuales Operacionales". The folder contains several files:

Nombre	Propietario	Última ...	Tamaño del
Diagrama - Corrugadora.pdf	yo	15 may 2023	106 KB
Diagrama de flujo - Almidonera.pdf	yo	15 may 2023	48 KB
Diagrama de flujo - Calderas.pdf	yo	15 may 2023	53 KB
Diagrama de flujo de maquina - Corrugadora.pdf	yo	15 may 2023	96 KB
Manual Operacional Apiladora de Carton (Stacker).docx	yo	22 may 2023	3.8 MB
Manual Operacional BHS.docx	yo	22 may 2023	4.2 MB
Manual Operacional Doble Backer.docx	yo	19 may 2023	2.3 MB

*Nota.* Elaboración propia.



## 5.1.2 SITIO WEB DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Para el fácil acceso y divulgación de los manuales, se decidió crear un sitio web en Google Sites dedicado al Mantenimiento Autónomo. Dicho sitio web cuenta con los manuales operacionales. En la Ilustración 10, se muestra la página de inicio del sitio web. Al igual que en los manuales, se dedicó una página para Seguridad y Prevención. Vea Ilustración 11.

### Ilustración 10.

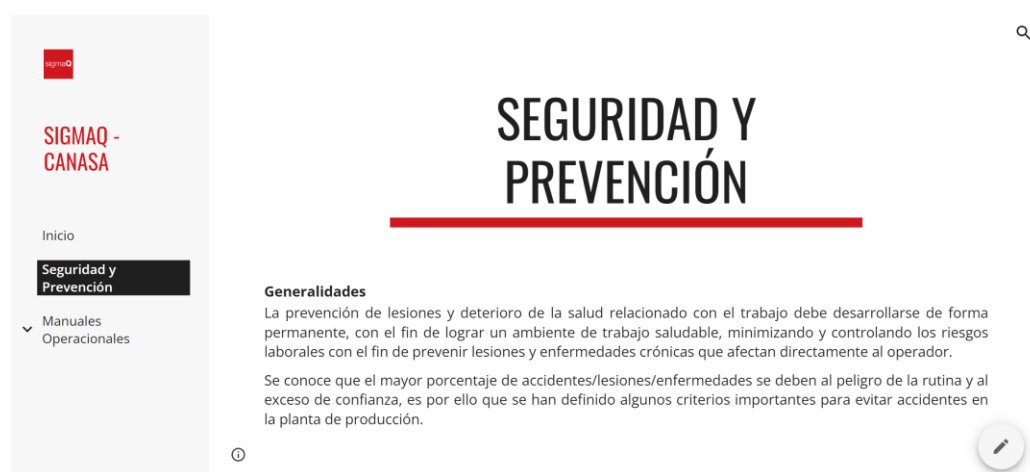
*Página de inicio sitio web Mantenimiento Autónomo*



*Nota.* Elaboración propia.

### Ilustración 11.

*Página de Seguridad y Prevención*



*Nota.* Elaboración propia.

En la sección de manuales operacionales, se creó una página con una descripción breve de la máquina, imagen y botón que lleva al manual correspondiente a la máquina. Vea Ilustración 12.

### Ilustración 12.

#### Menú Manuales Operacionales



Nota. Elaboración propia.

En la Ilustración 13, se ilustra la página con los apartados del manual operacional de la máquina Single Facer C.

### Ilustración 13.

#### Página Manual Operacional Single Facer C



Nota. Elaboración propia.

En la Ilustración 14, se ilustra el contenido del apartado de Generalidades que aplica para todos los manuales operacionales.

### Ilustración 14.

#### *Apartado de Generalidades*



*Nota.* Elaboración propia.

### 5.1.3 CONTENIDO MANUALES DE LIMPIEZA

Como parte de la implementación del Mantenimiento Autónomo se requiere la creación de manuales de limpieza técnica del equipo. Los requerimientos de Sistema de Gestión de Mantenimiento creado por CANASA establecen que el manual debe contener los siguientes elementos: limpieza del equipo en base al árbol de activos, criticidad de actividad de limpieza, duración, medidas de seguridad y cuidado al ambiente, ayudas visuales.

Considerando los requerimientos, se decidió mantener las secciones de Generalidades y Seguridad y Prevención de los manuales operacionales. Luego, se procedió a crear la sección de limpieza de máquina dividiendo la limpieza por instructivos. Los instructivos de limpieza se construyeron con los siguientes elementos: ilustración de área, criticidad, frecuencia, tipo de limpieza, medidas de seguridad y cuidado al ambiente, materiales y procedimiento.

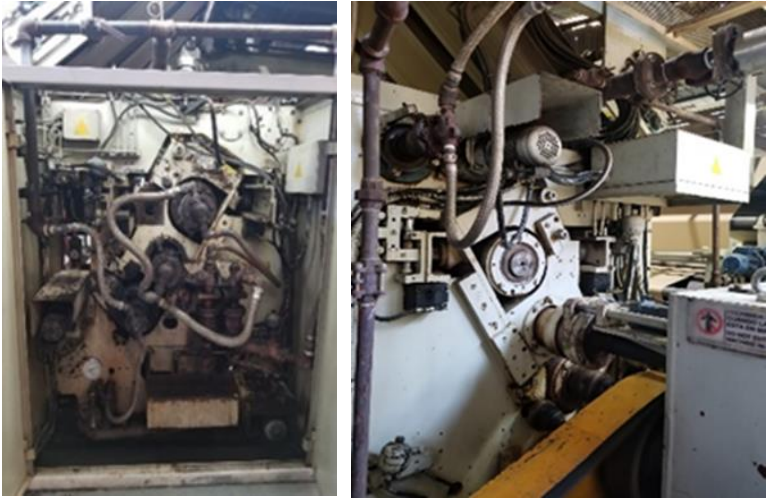
Para crear los manuales, primeramente, se recopiló información de los operadores y se observó el procedimiento de limpieza que normalmente se realiza los viernes o sábados de 7

AM a 11AM. Los operadores mostraron las secciones de la máquina donde realizan la limpieza, como se lleva a cabo la limpieza, una duración aproximada y los materiales utilizados.

Luego, se procedió a obtener información de parte del personal de mantenimiento para la limpieza profunda y técnica de otras áreas de la máquina. En la Ilustración 15, se muestra el instructivo de limpieza para el sistema corrugador lado operador y motor de la máquina Single Facer C.

**Ilustración 15.**

*Instructivo de manual de limpieza de máquina Single Facer C*

<b>INSTRUCTIVO DE LIMPIEZA: SISTEMA CORRUGADOR LADO OPERADOR Y MOTOR</b>			
<b>ILUSTRACIÓN</b>			
			
CRITICIDAD	FRECUENCIA	TIPO DE LIMPIEZA	DURACIÓN
Media	Quincenal	Profunda	30 min
<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD Y CUIDADO A LA SALUD</b>			
1. Máquina debe estar fuera de operación. 2. Aplicar seguridad industrial LOTO. 3. No utilizar accesorios (reloj, anillos, pulseras, etc.). 4. Utilizar EPP (Mascarilla, tapones auditivos).			
<b>MATERIALES</b>			

1. Aire comprimido
2. Trapo
3. Desengrasante



### PROCEDIMIENTO

**Paso 1:**

Sopletear el armario de juntas rotativas.

**Paso 2:**

Limpiar con un trapo y desengrasante el armario de juntas rotativas.

**Paso 3:**

Sopletear área de motores y limpiar bases de sistema con trapos y desengrasante.

*Nota.* Elaboración propia.

Adicionalmente, para mantener un estándar y control de la limpieza a realizar, se creó una hoja de inspección de limpieza. La hoja de inspección cuenta con una descripción del estándar con que cada área donde se realiza la limpieza debe encontrarse, una evaluación para marcar si se cumple o no el estándar y un apartado de observaciones. La inspección debe realizarse por cada máquina al finalizar la jornada de limpieza. Al lanzar la implementación, la inspección debe ser completada por el supervisor. Luego, el operador líder de la tripulación puede completar la inspección. En la Ilustración 16, se muestra la hoja de inspección de limpieza creada para la máquina Single Facer C.

**Ilustración 16.**

*Hoja de inspección de limpieza Single Facer C*

HOJA DE INSPECCIÓN DE LIMPIEZA				
MÁQUINA:	OPERADOR/ES:			FECHA:
Single Facer C				
DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN			OBSERVACIONES
	Cumple	No Cumple	No Aplica	
1. La superficie externa de la consola principal se encuentra libre de polvo y objetos que no pertenecen a la estación de trabajo.				
2. Sistema de transmisión de patines				

se encuentra libre de desperdicios, sucio y grasa acumulada.				
3. Cadena de transmisión se encuentra libre de grasa acumulada y polvo.				
4. Cadena de transmisión está debidamente lubricada.				
5. El área de motor de transmisión no tiene desperdicios, grasa acumulada y polvo.				
6. Las bases del área de motores de la porta bobina se encuentran limpios.				
7. La cadena de transmisión de los motores de la porta bobina se encuentra libre de grasa y sucio.				
8. La cadena de transmisión de los motores de la porta bobina está debidamente lubricada.				
9. Las chumaceras y cabezales de la porta bobina están libre de grasa.				
10. La superficie externa de la porta bobina se encuentra libre de polvo y grasa.				
11. La bandeja de almidón se encuentra libre de desechos de almidón.				
12. El rodillo doctor se encuentra libre de desechos de almidón.				
13. La superficie externa del carrito engomador se encuentra libre de polvo y grasa.				
14. Los rodillos corrugadores se encuentran libres de desperdicio y polvo.				
15. La estructura externa del sistema corrugador se encuentra libre de grasa y polvo.				
16. Las catarinas de los empalmadores se encuentran libres de grasa y sucio.				
17. Las cadenas y los sprockets están libres de acumulación de grasa y polvo.				
18. Las cadenas y sprockets están debidamente lubricados.				
19. El cobertor externo por donde pasa la cadena de transmisión de la porta bobina se encuentra libre de grasa y polvo.				
20. Los bloques traseros de los rodamientos del empalmador se encuentran libre de grasa y polvo.				
21. Las pistas y tornillo sin fin del empalmador se encuentran libres de				

sucio y grasa.				
22. El tornillo sin fin del empalmador se encuentra debidamente lubricado.				
23. El armario de juntas rotativas se encuentra libre de polvo, desperdicio y grasa.				
24. El área de motores se encuentra libre sucio y grasa.				
25. Los canales de los rodillos corrugadores se encuentran libres de desperdicio de cartón.				
26. Las bases del cilindro precalentador se encuentran libres de grasa y polvo.				
27. Los rodillos guías no tienen acumulación de sucio en la superficie.				
28. La banda del puente no tiene acumulación de sucio en la superficie.				
29. El área de puente se encuentra libre de desperdicio de cartón.				
30. El cuerpo de válvulas del sistema hidráulico se encuentra libre de sucio y grasa.				
31. El tanque del sistema hidráulico se encuentra libre de sucio y grasa.				
32. El rodillo de presión se encuentra libre de suciedad pegada en la superficie.				
33. Las puntas del rodillo de presión se encuentran libres de acumulación de grasa.				
34. Todas las herramientas y materiales utilizadas durante la limpieza fueron debidamente almacenados.				
<b>Inspección realizada por:</b>				
<b>Firma Supervisor:</b>	z			

*Nota.* Elaboración propia.

Se completaron los manuales de limpieza en su totalidad para las máquinas Single Facer C y Single Facer B. Por motivos de tiempo, faltó crear la hoja de inspección para las máquinas Doble Backer, Tren de Secado, Rotary Shear, Slitter Scorer K&H, Cortadora Transversal BHS y Apiladora de Cartón sin embargo sus instructivos de limpieza fueron completados.

## 5.2 ESTUDIO DE TIEMPOS MÁQUINA FLEXO KOPPER

La máquina de impresión y troqueladora Flexo Kopper permite realizar impresiones de hasta dos colores y troquelar cajas. La máquina es operada por una tripulación de 4 personas: líder de tripulación, operador y dos asistentes. En CANASA, la máquina Flexo Kopper lleva aproximadamente 50 años operando, siendo una máquina con antigüedad que debe ser seteada manualmente. Vea Ilustración 17.

### Ilustración 17.

*Máquina troqueladora e impresora Flexo Kopper*



*Nota.* Elaboración propia.

La gerencia realizó una investigación y análisis de reportes de la máquina y se identificó que el tiempo de setup asignado a la máquina era de 30 minutos, pero los reportes de máquina mostraban que su tiempo de setup era de 15 a 20 minutos, con ciertas excepciones de 30 minutos. Comparando otra máquina similar en su función, sin embargo, más actual y con un setup automatizado, se decidió reducir el tiempo de setup a 15 minutos.

Con el objetivo de validar la información obtenida del reporte de máquina, se realizaron tomas de tiempo durante el setup y los demás procesos involucrados para producir en la máquina.



### 5.2.1 TOMA DE TIEMPOS

Para el setup, se tomó la velocidad inicial y velocidad durante la corrida, tiempo inicial y final de setup, inicio de corrida, fin de corrida, desperdicio generado durante setup, y se anotaron observaciones de los retrasos ocurridos. Vea Tabla 2 y Tabla 3.

**Tabla 2. Toma de tiempos de Setup Flexo Kopper**

Orden	Velocidad Inicial (cajas/min)	Velocidad durante Corrida (cajas/min)	Hora Inicio de Setup	Hora Final de Setup	Tiempo Total Setup (min)	Hora Inicio Corrida	Hora Final Corrida	Tiempo Total Corrida (min)	Desperdicio durante Setup (cajas)
3175716	36	86	6:00	7:41	101	7:41	9:30	109	24
3175717	30	100	9:30	9:50	20	9:50	10:00	10	32
3175718	30	79	10:00	10:10	10	10:10	10:22	12	1
3176038	37	74	10:22	10:33	11	10:33	10:40	7	5
3175781	37	74	10:40	11:18	38	11:18	11:39	21	35
3176039	37	109	11:34	12:50	46	12:50	2:34	114	21
3176041	35	54	10:03	10:43	40	10:43	11:30	47	16
3169168	37	63	11:30	11:48	18	11:48	1:50	92	3
3176585	35	47	1:51	1:59	8	1:59	2:37	38	0
3176588	38	70	8:03	8:17	14	8:17	9:09	52	8
3176589	37	63	9:09	9:19	10	9:19	9:35	16	6
3176297	47	63	9:35	9:55	20	9:55	11:03	68	3
3176041	35	54	10:03	10:43	40	10:43	11:30	47	16

Nota. Elaboración propia.

**Tabla 3. Toma de tiempos de Setup Flexo Kopper Observaciones**

Orden	Velocidad Inicial (cajas/min)	Velocidad durante Corrida (cajas/min)	Observaciones
3175716	36	86	Paro por fallo de pantalla de PC
3175717	30	100	Retrasos y exceso de desperdicio por alimentación de lámina curva.
3175718	30	79	
3176038	37	74	
3175781	37	74	Deslizamiento de láminas por recubrimiento
3176039	37	109	Receso 12-12:30

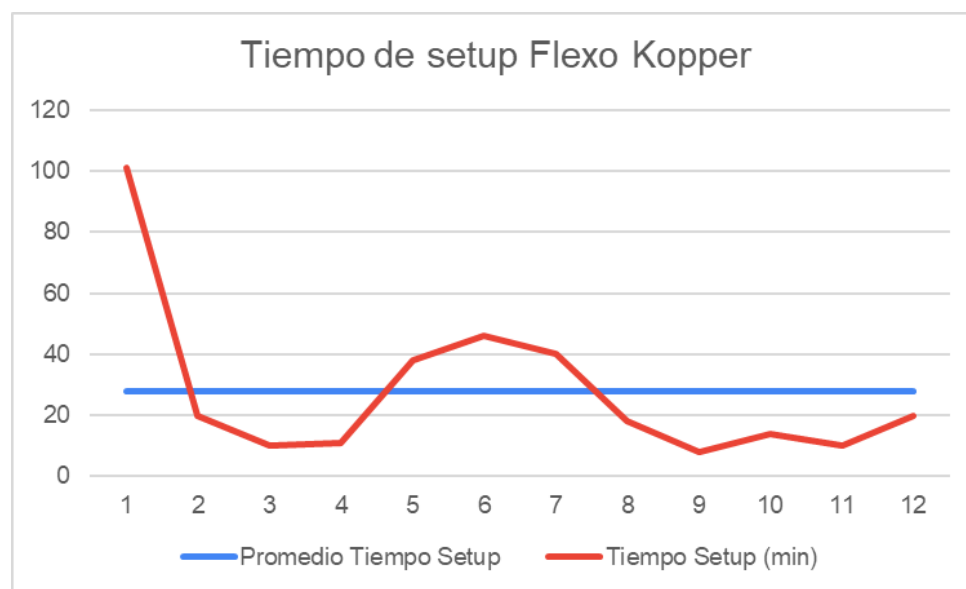
			Tinta no estaba preparada. Materia prima no estaba colocada. Adicionalmente, se solicitó al operador de máquina aumentar velocidad a 140 cajas/min lo que causó manchas de tinta en cajas, exceso de corte, deslice de bandas en máquina.
3176041	35	54	
3169168	37	63	Receso 12-12:30
3176585	35	47	
3176588	38	70	
3176589	37	63	
3176297	47	63	
3176041	35	54	

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo con los datos recopilados, el tiempo de setup varía de orden a orden. Se identificó un promedio de 28 min en tiempo de setup. Vea Ilustración 18.

### Ilustración 18.

Gráfico tiempo de setup Flexo Kopper



Nota. Elaboración propia.

Luego, se procedió a crear una lista de todas las actividades realizadas durante el setup y proceso de producción. Tras tener la lista completa, se tomaron tiempos de las actividades y se

obtuvo un estimado del tiempo de cada actividad. En la Tabla 4, se encuentra el registro de actividades, el tipo de actividad y el tiempo que toma cada actividad.

**Tabla 4. Lista de actividades Flexo Kopper**

Actividades	Tipo de actividad	Duración (min.)
Abrir máquina	Operación	1.5
Mover láminas de banda a máquina	Transporte	0.17
Cambio de clises	Operación	3.62
Lavar tintas	Operación	4.47
Colocar troquel	Operación	2.3
Ajustar cuchillas	Operación	9.3
Ajustar scorer	Operación	4.8
Alimentar máquina (500 láminas)	Operación	7
Revisar cajas	Inspección	0.17
Flejar cajas	Operación	0.15
Estibar cajas (tarima)	Operación	8.12

*Nota.* Elaboración propia.

#### 5.2.2 DEFECTOS POR AUMENTO DE VELOCIDAD

Durante el registro de los datos recopilados, se identificó que la máquina opera a una velocidad promedio de 73.5 cajas/min, siendo un 49% de la capacidad teórica de máquina de 150 cajas/min. Tras discusión con la tripulación, ellos informaron que al aumentar velocidad de la máquina se generan una serie de defectos en el producto y fallos en máquina y que alimentar lámina curva (materia prima en Flexo Kopper) a la máquina genera retrasos.

Las láminas se reciben de la máquina corrugadora. Dentro de los parámetros de la máquina corrugadora se considera producto no conforme toda lámina curva, despegada, tostada, con ampollas. Sin embargo, la máquina Kopper recibe lamina curva que debe colocarse aparte y luego ser quebrada para alimentar a la máquina afectando la calidad del producto y generando retrasos en la producción. En la Ilustración 19, se muestra la lámina curva que recibe la máquina Kopper. Se informo al equipo de liderazgo de producción y al personal de máquina corrugadora.

#### **Ilustración 19.** .

*Láminas de cartón curvas*



*Nota.* Elaboración propia.

Para validar el reporte de la tripulación, para la orden 3176041 se decidió realizar una corrida de prueba a una velocidad de 140 cajas/min. Se comprobó que, al aumentar velocidad, se generan defectos en el producto. En la Tabla 5, se identifican los defectos y sus posibles causas nombradas por personal de mantenimiento. Es importante notar que los defectos descritos ocurren simultáneamente al aumentar velocidad en máquina.

**Tabla 5. Defectos identificados por aumento de velocidad**

Defecto	Posibles causas
Salpique de tinta en impresión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exceso de tinta.</li> </ul>
Descuadre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesa de alimentación: falta de paralelismo de tope frontal y tope trasero. Mal montaje o desgaste y medida fuera de rango de ruedas de alimentación, falta de succión, desgaste de rodillos haladores y falta de paralelismo entre ellos.</li> <li>• Desgaste en collares haladores de las secciones de impresión.</li> <li>• Profundidad de sisas.</li> </ul>

Ranurado defectuoso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo de cuchilla y vida útil de la misma.</li> </ul>
---------------------	---

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 6, se muestra el plan de acción creado para los defectos ocurridos en la máquina troqueladora e impresora Flexo Kopper por aumento de velocidad.

**Tabla 6. Plan de Acción Flexo Kopper**

<b>Plan de acción – Fallas Flexo Kopper</b>	
<b>Fase I – Identificación y registro de fallas</b>	
<i>Actividades por realizar</i>	<i>Responsable</i>
Identificar cuándo y dónde ocurre la falla.	Operador/Personal de Mantenimiento
Realizar descripción de falla incluyendo defectos que ocurren en producto.	Operador
Registrar falla en Sigmaton	Operador
<b>Fase II – Causa raíz</b>	
<i>Actividades por realizar</i>	<i>Responsable</i>
Lluvia de ideas.	Operador/ Personal de Mantenimiento/ Supervisor o Coordinador de Producción
Clasificación de ideas en Diagrama Ishikawa 6M (mano de obra, medio ambiente, material, método, medición, máquina)	Supervisor o Coordinador de Producción, Personal de Mantenimiento
<b>Fase III – Ajustes y reparaciones</b>	
<i>Actividades por realizar</i>	<i>Responsable</i>

Aplicar ajustes a fallas clasificadas como mano de obra y método.	Operador
Realizar ajustes y reparaciones a fallas atribuidas de máquina.	Personal de Mantenimiento
Correr pruebas para verificar los ajustes.	Operador/Personal de Mantenimiento
<b>Fase IV – Monitoreo</b>	
<i>Actividades por realizar</i>	<i>Responsable</i>
Monitorear desempeño de máquina. Repetir Fase I a Fase IV en caso de que los fallas persistan.	Operador/Supervisor o Coordinador de Producción

Nota. Elaboración propia.

### 5.3 FLUJO DE PROCESOS EN CANASA

La empresa no contaba con un diagrama de flujo de todo el proceso desde que se recibe una orden de un cliente hasta que se despacha. Por lo tanto, se reunió con personal de distintas áreas con el objetivo de recopilar la información de los procesos que se llevan a cabo.

Con la información recopilada se enlistaron las actividades por cada área en la Tabla 7.

**Tabla 7. Lista de procesos CANASA**

<b>Flujo de procesos CANASA</b>	
<i>Área</i>	<i>Actividad</i>
Ventas	Envío de muestras de material nuevo al cliente.
	Recepción de confirmación del cliente sobre muestra.
	Envío de aprobación de muestras a Innovación y Desarrollo.
Innovación y Desarrollo	Diseño de empaque de acuerdo con necesidad del cliente.
	Creación de material y arte de acuerdo con necesidad del cliente.

	Recepción de aprobación del cliente.
Administración de Pedidos	Recepción orden de compra.
	Análisis de capacidad de planta y disponibilidad de despachos.
	Creación de orden de compra.
	Confirmación fecha de entrega al cliente.
Servicio al Cliente	Seguimiento de pedidos en proceso.
Planificación	Análisis y balanceo de carga de planta.
	Desarrollo de programa de corrugación.
	Entrega de ordenes de corrugación a cabina de control
	Desarrollo de programa de conversión.
	Entrega de ordenes de conversión a montaje
Montaje	Preparación de clises
	Entrega de ordenes de producción y clises de impresoras a planta de producción.
Producción	Recepción ordenes de corrugación.
	Transporte de materia prima a máquina corrugadora.
	Preparación de materia prima en máquina corrugadora.
	Manejo de maquina corrugadora.
	Inspección de láminas de cartón.
	Estibo de láminas de cartón en tarimas.
	Envío de láminas a trabajos manuales.
	Amarre de láminas.

	Estibo de láminas de producto terminado.
	Envío de láminas a conversión.
	Envío de láminas a máquina Flexo Kopper.
	Manejo de máquina Flexo Kopper.
	Envío de láminas a máquina Martin.
	Manejo de máquina Martin.
	Envío de láminas a máquina Slitter.
	Manejo de máquina Slitter.
	Envío de láminas a máquina Seiko.
	Manejo de máquina Seiko.
	Inspección de cajas.
	Fleje de cajas.
	Estibo de cajas.
	Envío de producto a bodega de producto terminado.
	Logística
Evaluación de clientes que requieren almacenar inventario.	
Distribución de carga montacarguistas.	
Asignación de entrada a camiones.	
Carga de camiones con producto.	
Confirmación de recepción de producto.	
Generación de facturación de orden.	
Dar facturación de orden a motorista.	



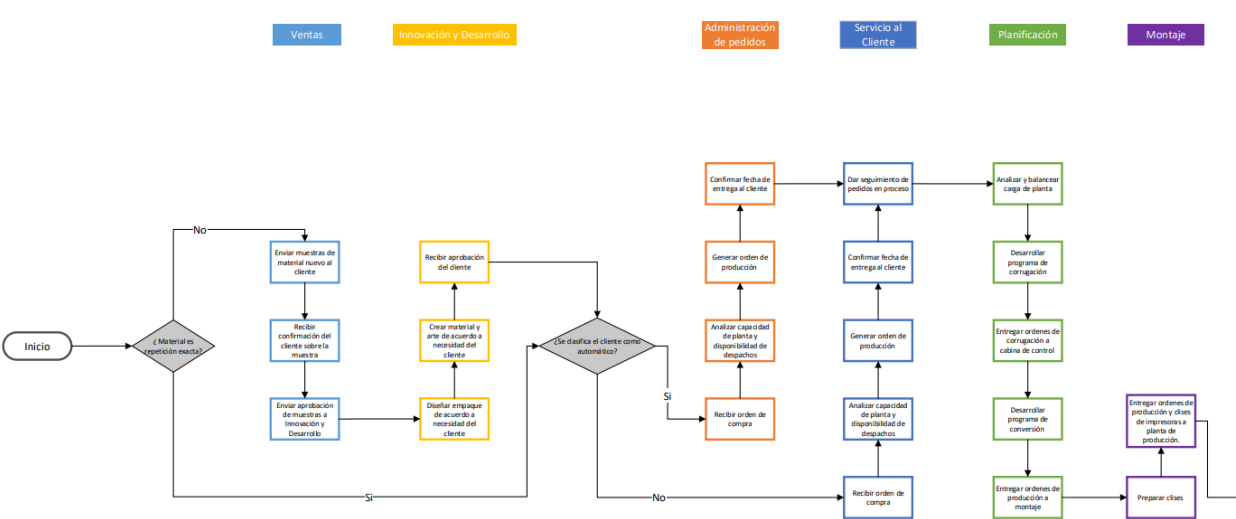
Cobros	Despacho de producto a cliente.
	Recepción de sello y firma de factura y guía de remisión de cliente.
	Envío de sello y firma a Cuentas por Cobrar.
Cobros	Cobro a cliente.

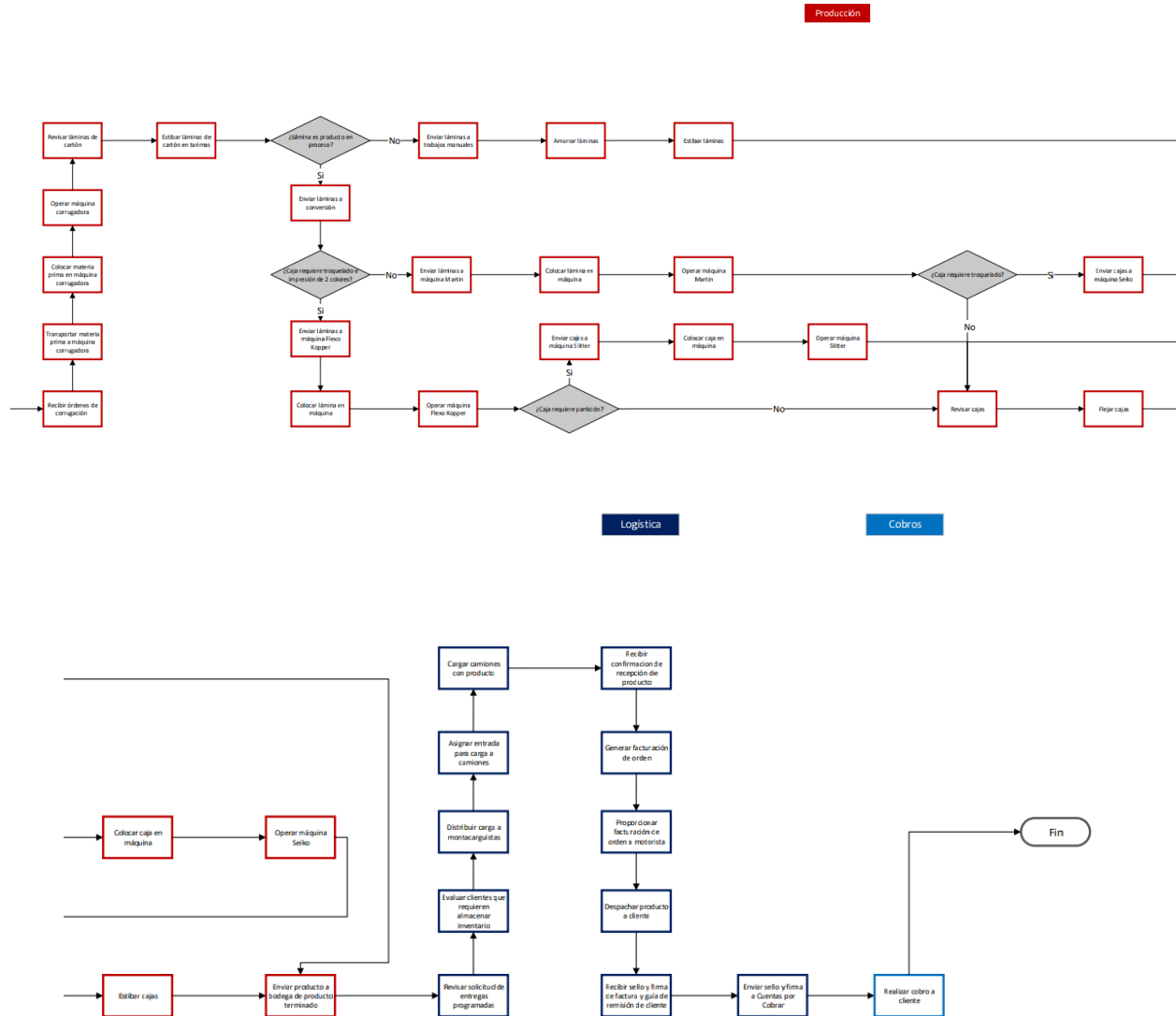
Nota. Elaboración propia.

Tras recopilar los datos, se creó el diagrama de flujo de proceso de CANASA. En la Ilustración 20, se muestra el diagrama.

**Ilustración 20.**

*Diagrama de flujo de procesos CANASA*





Nota. Elaboración propia.

## 5.4 ESTUDIO DE PROCESO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Debido a la falta de documentación del proceso que se lleva a cabo en la planta de tratamiento de aguas residuales y con el objetivo de validar el tiempo y mano de obra que se requiere para el funcionamiento de la planta, se requirió realizar un monitoreo y estudio de proceso.

En CANASA, se trata el agua proveniente del lavado de tintas y lavado de bandejas almidoneras. El agua corre hasta las fosas donde por medio de una trampa se separan sólidos

grandes como acumulación de almidón y tinta. Luego, por medio de una bomba el agua es transportada hacia los tanques de regulación que tras aplicar el tratamiento envía los lodos al tanque de clarificador y agua aclarada hacia los tanques de bombeo. Por último, el agua pasa por un proceso de filtración hacia los tanques de ionización que luego descargan el agua tratada.

Durante la semana se realizan diferentes actividades. Solo los lunes y viernes se realiza limpieza de fosas y tanque clarificador, mientras los demás días se mantienen con actividades cotidianas. En la Tabla 8, se presentan las actividades realizadas tanto el lunes y viernes y en la tabla 9, las actividades realizadas de martes a jueves.

**Tabla 8. Lista de actividades realizadas lunes y viernes**

<b>Actividades</b>	<b>Tipo de Actividad</b>	<b>Tiempo (min.)</b>
Revisar niveles tanques de regulación 1 y 2	Inspección	2
Ir a fosa	Desplazamiento	3
Colocar EEP	Operación	8
Abrir fosa	Operación	3
Revisar trampa	Inspección	2
Limpiar lodo acumulado en trampa	Operación	40
Verificar funcionamiento de bomba agitadora	Desplazamiento	2
Remover EEP	Operación	5
Cerrar fosa	Operación	3
Ir a bodega de PTAR	Desplazamiento	3
Tomar saco de floculante	Operación	0.5
Ir a tanque floculante	Desplazamiento	3
Preparar floculante	Operación	12
Permitir que floculante se mezcle	Demora	15
Revisar filtro de tanque de regulación	Inspección	2
Limpiar filtro	Operación	4
Ir a panel de control	Desplazamiento	0.25
Habilitar bomba de tanque de regulación y dosificador	Operación	0.25
Ir a tanque de floculante	Desplazamiento	0.25
Habilitar bomba de tanque de floculante	Operación	2
Ir a llave de tanque de regulación	Desplazamiento	0.5
Tomar muestra de agua	Operación	2
Ir a mesa de trabajo	Desplazamiento	0.5

Medir pH y temperatura	Operación	4
Ir a tanque de bombeo	Desplazamiento	0.25
Abrir válvula de tanque de bombeo	Operación	0.25
Ir a panel de control	Desplazamiento	0.25
Habilitar tanque de bombeo	Operación	0.1
Ir a tanques de filtros	Desplazamiento	0.25
Abrir válvulas de tanque de filtro zeolita y tanque de filtro carbón activado	Operación	0.5
Preparar materiales y EPP para limpieza de tanque clarificador	Operación	5
Ir a tanque clarificador	Desplazamiento	3
Limpiar tanque clarificador	Operación	65
Purgar tanque clarificador	Operación	40

Nota. Elaboración propia.

**Tabla 9. Lista de actividades realizadas martes, miércoles y jueves**

Actividades	Tipo de Actividad	Tiempo (min.)
Revisar niveles tanques de regulación 1 y 2	Inspección	2
Limpiar zona inferior de tanques	Operación	40
Ir a bodega de PTAR	Desplazamiento	3
Tomar saco de coagulante	Operación	0.5
Ir a tanque de coagulante	Desplazamiento	3
Remover grumos de saco de coagulante	Operación	15
Preparar coagulante	Operación	9
Habilitar bomba para evacuar agua de pila	Operación	2
Ir a bodega de PTAR	Desplazamiento	3
Tomar saco de floculante	Operación	0.5
Ir a tanque floculante	Desplazamiento	3
Preparar floculante	Operación	12
Permitir que coagulante y floculante se mezclen	Demora	15
Deshabilitar bomba para evacuar agua de pila	Operación	2
Revisar filtro de tanque de regulación	Inspección	2
Limpiar filtro	Operación	4
Ir a panel de control	Desplazamiento	0.25
Habilitar bomba de tanque de regulación y dosificador	Operación	0.25
Ir a tanque de floculante	Desplazamiento	0.25
Habilitar bomba de tanque de floculante	Operación	2

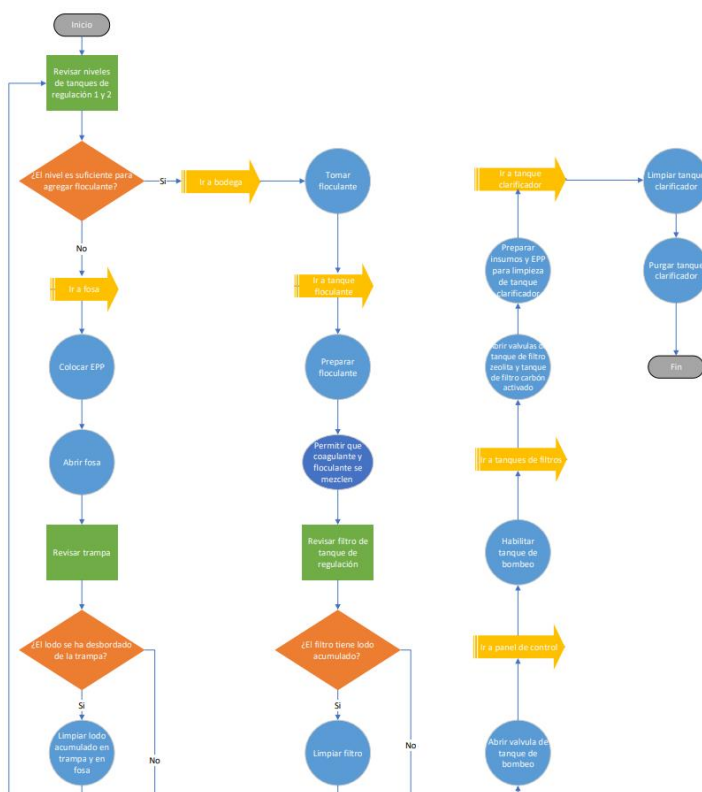
Ir a llave de tanque de regulación	Desplazamiento	0.5
Tomar muestra de agua	Operación	2
Ir a mesa de trabajo	Desplazamiento	0.5
Medir pH y temperatura	Operación	4
Ir a tanque de bombeo	Desplazamiento	0.25
Abrir válvula de tanque de bombeo	Operación	0.25
Ir a panel de control	Desplazamiento	0.25
Habilitar tanque de bombeo	Operación	0.1
Ir a tanques de filtros	Desplazamiento	0.25
Abrir válvulas de tanque de filtro zeolita y tanque de filtro carbón activado	Operación	0.5
Purgar tanque clarificador	Operación	40

Nota. Elaboración propia.

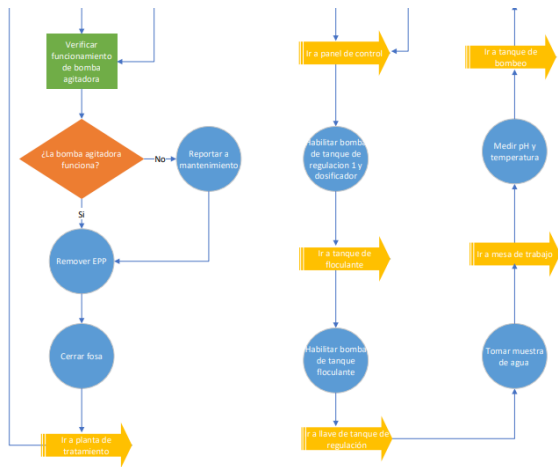
Adicionalmente, se creó un diagrama de proceso de todas las actividades realizadas en la planta de tratamiento. En la Ilustración 21, se visualiza el diagrama de flujo de proceso.

### Ilustración 21.

Diagrama de flujo de proceso PTAR



Tipo de actividad	Simbología	Cantidad	Duración (min.)
Operación	●	18	194.6
Desplazamiento	➡	12	13.25
Inspección	◆	3	6
Demora	■	1	15
Total		34	228.85



Nota. Elaboración propia.

Adicionalmente, solo por motivos de seguridad se requiere una segunda persona para colaborar los lunes y viernes con la limpieza del tanque clarificador y fosas.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se crearon los manuales operacionales y de limpieza para el equipo correspondiente a la máquina corrugadora: Single Facer C, Single Facer B, Doble Backer, Tren de secado, Rotary Shear, K&H Slitter Scorer, Cortadora Transversal BHS y Apiladores de cartón permitiendo expedir y agilizar la implementación del Mantenimiento Autónomo en CANASA.
- Se realizó un estudio de tiempos en la máquina impresora y troqueladora Flexo Kopper permitiendo identificar los siguientes puntos de mejora para la eficiencia: recepción de lámina curva en máquina y poder trabajar a la velocidad teórica de la máquina sin fallos ocurridos. Tras identificar los puntos de mejora, se creó un plan de acción a implementar.
- Por medio de un estudio de procesos, se clasificaron las actividades realizadas en la planta de tratamiento de aguas residuales permitiendo conocer que el tiempo productivo total es de 3.8 horas y la mano de obra requerida es de una persona a excepción de los días que se requiere realizar limpieza de tanque clarificador y fosas por motivos de seguridad.
- Se elaboró un diagrama de flujo de proceso de la empresa por medio de la recopilación de información en reuniones y entrevistas con personal de diversas áreas. Se enumeraron y clasificaron las actividades de acuerdo con su área.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Previo a la divulgación de los manuales de limpieza, se recomienda validar la duración de la limpieza por instructivo y obtener ayudas visuales de cada paso de la limpieza.
- Se recomienda la implementación del plan de acción de la máquina Flexo Kopper. Principalmente, evaluar la causa raíz de los fallos ocurridos en la máquina Flexo Kopper para identificar si son errores operacionales o fallos de máquina.
- Se recomienda mantener registro y calendarizar las actividades a realizar en la planta de tratamiento.
- Se recomienda realizar un listado y diagrama de flujo de los procesos involucrados en la planta de producción con el objetivo de documentar la información e identificar puntos de mejora.



## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Engeman. (2021, Octubre 22). *Pilares del TPM: 1er - Mantenimiento Autónomo*. Blog Engeman® Software de Mantenimiento GMAO/CMMS. <https://blog.engeman.com/es/pilar-tpm-mantenimiento-autonomo/>
- Heizer, J., Render, B. (2015). *Dirección de la producción y de operaciones: decisiones tácticas*. Pearson Educación. <https://www.ebooks7-24.com:443/?il=3609>
- Hernández, J. & Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Fundación EOI. <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-conceptotecnica-e-implantacion>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Freivalds, A., & Niebel, B. W. (2014). *Ingeniería industrial de Niebel: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (13a. ed. --.). México D. F.: McGraw-Hill.
- Kirwan, M. (2012). *Handbook of Paper and Paperboard Packaging Technology: Second Edition*. In *Handbook of Paper and Paperboard Packaging Technology: Second Edition*. <https://doi.org/10.1002/9781118470930>
- López Lemos, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad: métodos para la mejora continua y la solución de problemas*. FC Editorial. <https://elibro.net/es/lc/unitechn/titulos/114213>
- OEE, S. (2016, Mayo 11). TPM: Total Productive Maintenance. Sistemas OEE - Technology to Improve. <https://www.sistemasoe.com/tpm/>
- Ralph M. Barnes. (n.d.). *Motion And Time Study*. Obtenido de <http://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.275373>
- Pereira, T., Neves, A. S. L., Silva, F. J. G., Godina, R., Morgado, L., & Pinto, G. F. L. (2020). Production Process Analysis and Improvement of Corrugated Cardboard Industry. *Procedia Manufacturing*, 51, 1395–1402. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.194>

Safety Culture (2023, Mayo). *Análisis de procesos: Todo lo que necesita saber*. Safety Culture.

<https://safetyculture.com/es/temas/analisis-de-procesos/>

Sánchez Rivero, J. M. & Enríquez Palomino, A. (2017). *Herramientas para la mejora continua de los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo*. FC Editorial.

<https://elibro.net/es/lc/unitechn/titulos/128146>

Sigma Q (2023). <https://sigmaq.com/sobre-sigmaq/>

Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019). *Lean Manufacturing: paso a paso*. Marge Books.

<https://elibro.net/es/lc/unitechn/titulos/117567>

Rajadell, M. & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*.

Ediciones Díaz de Santos.