



“Propuesta de un Plan de Conservación Industrial para las Máquinas Automáticas de Serigrafía del Área de Estampado de Comercializadora KETER S.A. de C.V.”

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
TEZIUTLÁN**

Tesis



ALUMNO (A):

Niceforo Dominguez Romero

Número de Control:

15TE0111*

Licenciatura en:

Ingeniería Industrial

Especialidad:

Optimización de procesos industriales

ASESOR (A):

Oscar Ruiz Hernández

Teziutlán, Puebla; junio 2020



PRELIMINARES

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a mi familia, especialmente a mis padres y hermanos. Por el apoyo económico y moral desde el inicio de mi vida estudiantil, por los valores enseñados que me han guiado por el buen camino del conocimiento.

A mi asesora externa, la licenciada Norma Angélica Franco Arenas por su enseñanza y consejos en el campo laboral, por ser una compañera más en esta travesía.

A Blanquita con todo mi amor, por todo el apoyo incondicional y sus buenos consejos.

A mis maestros por su dedicación enfocada a mi aprendizaje y a todo el personal del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, que en conjunto son la base de la consolidación de mi educación superior.

A mi asesor y amigo, el ingeniero Oscar Ruiz Hernández, por resolver mis dudas y el apoyo brindado, durante mi carrera y para la realización de este proyecto.

Resumen

La competitividad y productividad de una empresa manufacturera además de la calidad de sus productos, depende totalmente de la vitalidad y eficiencia de su maquinaria, pero desafortunadamente hoy en día muy pocas industrias prestan atención al tema del mantenimiento para sus máquinas de producción.

El presente proyecto está enfocado a la propuesta de un plan de conservación industrial para las máquinas automáticas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL pertenecientes a la empresa Comercializadora KETER S.A. de C.V., pues de acuerdo a los estudios realizados están trabajando en un nivel bajo de eficiencia, siendo unas máquinas relativamente nuevas, lo cual genera que no se aproveche en su totalidad el uso de esta maquinaria.

Para poder generar una propuesta de solución primero se realiza el análisis de la situación actual en la que operan de las máquinas de serigrafía para el estampado de delanteros, destacando las principales causas que generan que la máquina sufra paros por averías, entre las cuales la de mayor importancia con un alto impacto en la eficiencia productiva de la máquina es la falta de mantenimiento preventivo de acuerdo a las especificaciones del manual del fabricante. Mediante la detección de la causa que origina los fallos, se puede evaluar las posibles soluciones que dan como resultado el aumento de la eficiencia productiva de las máquinas serigráficas.

La solución propuesta en este proyecto, es la implementación de un Plan de conservación industrial, que incluya la realización de un plan de mantenimiento programado, la construcción de un índice de clasificación para los gastos de conservación y la aplicación de la metodología de las 5's, con la finalidad de incrementar la eficiencia del proceso productivo a través del control y atención oportuna a las fallas de la maquinaria, de manera que se garantice y alargue la vida útil de esta. La conservación en la industria, se ha convertido en un elemento vital, pues es una herramienta que permite a las empresas lograr y desarrollar una mayor eficiencia tanto en recursos financieros como productivos.

Introducción

En la actualidad, la mayoría de las empresas cuenta con maquinaria o recursos que exigen muchas actividades o acciones de preservación, lo que ha provocado que el mantenimiento haya tenido que evolucionar para cubrir las necesidades de conservación que se presentan.

La presente investigación comprende el análisis y solución de la baja eficiencia de las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL, del área de estampado de "Comercializadora KETER S.A. de C.V." La problemática antes mencionada ha traído consigo diversos conflictos como: retardos en la entrega de las prendas estampadas, reprocesos, baja calidad de estampado y un número elevado de paros por dificultades en el funcionamiento de las máquinas. Siendo que este problema se deriva de la falta de mantenimiento, se propone la implementación de un Plan de Conservación Industrial para dicha maquinaria.

En el capítulo I, de este proyecto, se encuentra contenida toda la información general con relación a la empresa "Comercializadora KETER S.A. de C.V." en la que se desarrolla la investigación. En el capítulo número II se describen los fundamentos teóricos, estudios relacionados con el tema principal y trabajos previamente realizados de la misma índole, que sirvan como referencia para la comprensión, análisis y desarrollo de soluciones. En el capítulo III, se presenta el desarrollo y la metodología utilizada para la recolección de los datos necesarios para generar una propuesta de solución, dicho capítulo se subdivide en tres partes fundamentales: recolección de datos, análisis de datos y propuesta de solución donde se presenta el diseño del Plan de Conservación Industrial y sus componentes. El capítulo IV comprende los resultados que se esperan obtener a partir de la implementación del Plan de Conservación Industrial que se ha propuesto; en el capítulo V se presentan las conclusiones generales del proyecto. En el capítulo VI se describen las competencias desarrolladas durante el desarrollo del proyecto. En el capítulo VII se hace mención de las fuentes consultadas y finalmente en el capítulo VIII se presentan los anexos e índice de figuras, gráficas y tablas que integran el proyecto.

Índice general

PRELIMINARES	II
Agradecimientos.....	III
Resumen	IV
Introducción	V
Índice general.....	VI
CAPÍTULO I GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	11
1.1 Datos generales de la empresa	12
1.1.1 Comercializadora KETER S.A. de C.V.	12
1.1.1.1 Antecedentes de la empresa.....	12
1.1.1.2 Misión	12
1.1.1.3 Visión.....	13
1.1.1.4 Valores.....	13
1.1.1.5 Estructura organizacional.....	14
1.1.1.6 Macro localización	14
1.1.1.7 Micro localización	15
1.1.1.8 Descripción del área de trabajo.....	15
1.1.1.9 Estructura departamental del área de estampado	15
1.2 Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.....	16
1.2.1 Antecedentes.....	16
1.2.2 Misión	19
1.2.3 Visión.....	19
1.2.4 Valores.....	19
1.2.5 Macro localización	20
1.2.6 Micro localización	20
1.3 Planteamiento del problema.....	21

1.4	Preguntas de investigación	21
1.5	Objetivos	21
1.5.1	Objetivo general	22
1.5.2	Objetivos particulares.....	22
1.6	Justificación	23
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO		24
2.1	Origen y definición de la conservación industrial	25
2.1.1	Taxonomía de la conservación industrial	25
2.1.1.1	Preservación	26
2.1.1.2	Preservación preventiva.....	26
2.1.1.3	Preservación correctiva.....	26
2.1.1.4	Preservación periódica.....	26
2.1.1.5	Preservación progresiva.....	27
2.1.1.6	Preservación total	27
2.2	Mantenimiento	27
2.2.1	Mantenimiento correctivo	28
2.2.2	Mantenimiento preventivo	28
2.2.3	Mantenimiento autónomo	28
2.2.4	Mantenimiento programado.....	29
2.3	Herramientas para la administración del mantenimiento	29
2.3.1	Índice ICGM.....	29
2.3.2	Análisis de problemas.....	31
2.3.2.1	Lluvia de ideas.....	31
2.3.2.2	Principio de Pareto	32
2.3.2.3	Diagrama de causa efecto	33
2.4	Mapa de la cadena de valor (VSM).....	33

2.4.1	Indicadores relevantes de un Mapa de la cadena de valor	34
2.4.1.1	Tiempo TAKT	34
2.4.1.2	Tiempo de ciclo individual.....	35
2.4.1.3	Tiempo de ciclo total	35
2.4.1.4	Tiempo de previsión de las necesidades del cliente	35
2.4.1.5	Tiempo de entrega logística.....	35
2.5	Eficiencia global de la maquinaria.....	35
2.6	Herramientas para el análisis y solución de problemas.....	37
2.6.1	Flujograma del proceso	37
2.6.2	Diagrama cómo-cómo	38
2.6.3	Diagrama de Gantt.....	39
2.7	Metodología de las 5's	39
2.7.1	SEIRI o eliminar lo innecesario.....	40
2.7.2	SEITON u ordenar	40
2.7.3	SEISO o limpieza e inspección.....	40
2.7.4	SEIKETSU o estandarizar	41
2.7.5	SHITSUKE o disciplina	41
CAPÍTULO III DESARROLLO Y METODOLOGÍA.....		42
3.1	Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	43
3.1.1	Cronograma de actividades del proyecto.....	44
3.2	Alcance y enfoque de la investigación	44
3.3	Hipótesis.....	45
3.4	Diseño y metodología de la investigación	45
3.5	Selección de la muestra	45
3.6	Recolección de datos	46

3.6.1 Selección del instrumento	46
3.6.2 Aplicación del instrumento	46
3.6.3 Preparación de datos.....	47
3.6.3.1 Descripción del proceso.....	47
3.6.3.2 Registros de producción del área de estampado.....	50
3.6.3.3 Tiempo estándar por operación.....	51
3.6.3.4 Mapa de la cadena de valor del estado actual	55
3.6.3.5 Indicador global de la eficiencia de la maquinaria.....	57
3.6.3.6 OEE de las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL	58
3.7 Análisis de datos	59
3.7.1 Análisis de problemas.....	59
3.7.1.1 Lluvia de ideas.....	60
3.7.1.2 Diagrama causa - efecto.....	60
3.7.1.3 Diagrama de Pareto	62
3.7.2 Propuestas de solución.....	63
3.7.2.1 Diagrama de lluvia de ideas.....	63
3.7.2.2 Diagrama cómo - cómo	64
3.7.3 Diseño de la propuesta de plan de conservación industrial.....	65
3.7.3.1 Código ICGM simplificado del área de estampado	65
3.7.3.2 Plan de mantenimiento programado.....	68
3.7.3.3 Propuesta de implementación de la metodología de las 5's	71
3.7.3.4 SEIRI o eliminar lo innecesario	72
3.7.3.5 SEITON u ordenar.....	73
3.7.3.6 SEISO o limpieza e inspección	76
3.7.3.7 SEIKETSU o estandarizar	77
3.7.3.8 SHITSUKE o disciplina	79
CAPÍTULO IV RESULTADOS	82
4.1 Resultados.....	83

CAPÍTULO V CONCLUSIONES.....	89
5.1 Conclusiones.....	90
CAPÍTULO VI COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	91
6.1 Competencias desarrolladas	92
CAPÍTULO VII FUENTES DE INFORMACIÓN	93
7.1 Fuentes bibliográficas	94
CAPÍTULO VIII ANEXOS.....	96
8.1 Anexo 1 simbología de un mapa de la cadena de valor	97
8.2 Anexo 2 simbología de un flujograma.....	97
8.3 Anexo 3 código máquina para la elaboración del ICGM.....	98
8.4 Anexo 4 código trabajo para la elaboración del ICGM	98
Índice de figuras	99
Índice de graficas.....	101
Índice de tablas	101

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Datos generales de la empresa

En el siguiente apartado se describen los antecedentes, misión, visión, valores, estructura organizacional, macro localización y micro localización de la empresa Comercializadora KETER.

1.1.1 Comercializadora KETER S.A. de C.V.

Es una empresa 100% mexicana dedicada al ramo manufacturero, fundada en el año 2006 por sus actuales propietarios quienes en conjunto tienen más de 25 años de experiencia en la confección de prendas de vestir. Su razón social es Comercializadora KETER S.A. de C.V., con domicilio actual en Calle Alfredo Castillo Ávila número 23, Barrio de Chignaulingo, C.P.: 73820, Teziutlán, Puebla, México.

1.1.1.1 Antecedentes de la empresa

Desde su conformación, la empresa mantiene su presencia en el mercado nacional e internacional, esto gracias a su infraestructura tecnológica, supervisión calificada de manera constante por parte de personal interno y externo, para poder crear productos de buena calidad que satisfagan las necesidades y requerimientos por parte de los clientes, además de recibir auditorías externas por parte de las marcas que demandan el servicio de la empresa, con la finalidad de verificar los aspectos necesarios de producción, las instalaciones de la empresa y las condiciones de seguridad e higiene que se le ofrecen a los empleados (Keter, 2006).

1.1.1.2 Misión

Ser una empresa de manufactura líder en la industria de la confección, desarrollando continuamente la capacidad competitiva en cuanto a calidad, costos, volumen de producción y tiempos de entrega con el fin de mantener el liderazgo y crecimiento para seguir satisfaciendo y solucionando las necesidades de los clientes (Keter, 2006).

1.1.1.3 Visión

Desarrollarse como una empresa en donde los principios de administración de la calidad total se apliquen con éxito a lo largo de todos los procesos productivos de la compañía. Esto permitirá alcanzar y mantener ventajas competitivas en el ramo manufacturero, a través de una oferta superior en valor, calidad, servicio, precio y entrega (Keter, 2006).

1.1.1.4 Valores

Los valores que Comercializadora KETER fomenta como empresa son:

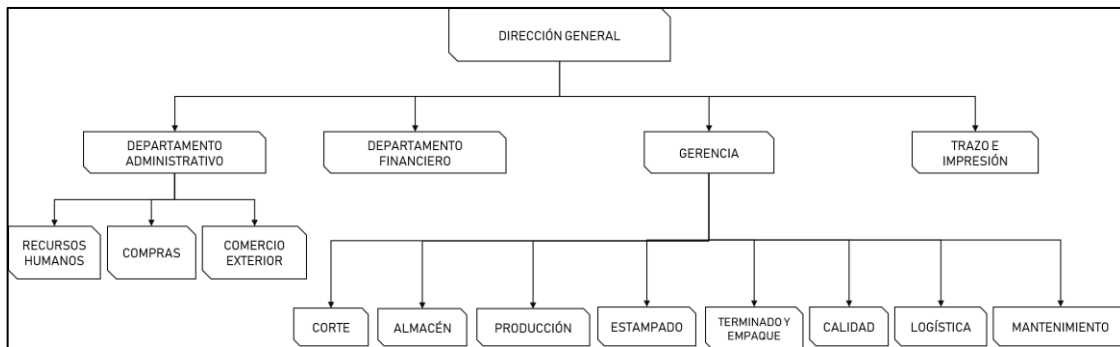
- **Legalidad:** Hace sólo aquello que las normas expresamente les confieren y en todo momento someten su actuación a las facultades que las leyes, reglamentos y demás disposiciones jurídicas atribuyen a su empleo, cargo, o comisión.
- **Honradez:** Todos los trabajadores se conducen con rectitud sin utilizar su empleo, cargo o comisión para obtener algún beneficio, no aceptan compensaciones, prestaciones, dádivas y obsequios de cualquier persona u organización, debido a que están conscientes que ello compromete sus funciones.
- **Lealtad:** Los empleados tienen una vocación absoluta de servicio a la sociedad, y satisfacen el interés superior de las necesidades colectivas por encima de intereses particulares, personales o ajenos al interés general y bienestar de la población.
- **Imparcialidad:** Todos los trabajadores dan a los ciudadanos y a la población en general el mismo trato, no conceden privilegios o preferencias a organizaciones o personas, ni permiten que influencias, intereses o prejuicios indebidos afecten su compromiso para tomar decisiones o ejercer sus funciones de manera objetiva.
- **Eficiencia:** Cada uno de los empleados actúan conforme a una cultura de servicio orientada al logro de resultados, procurando en todo momento un

mejor desempeño de sus funciones a fin de alcanzar las metas institucionales según sus responsabilidades (Ketermex, 2019).

1.1.1.5 Estructura organizacional

Las áreas y departamentos en las que se encuentra dividida Comercializadora KETER se muestra a continuación en la figura 1.

Figura 1 Estructura organizacional de Comercializadora KETER S.A. de C.V.

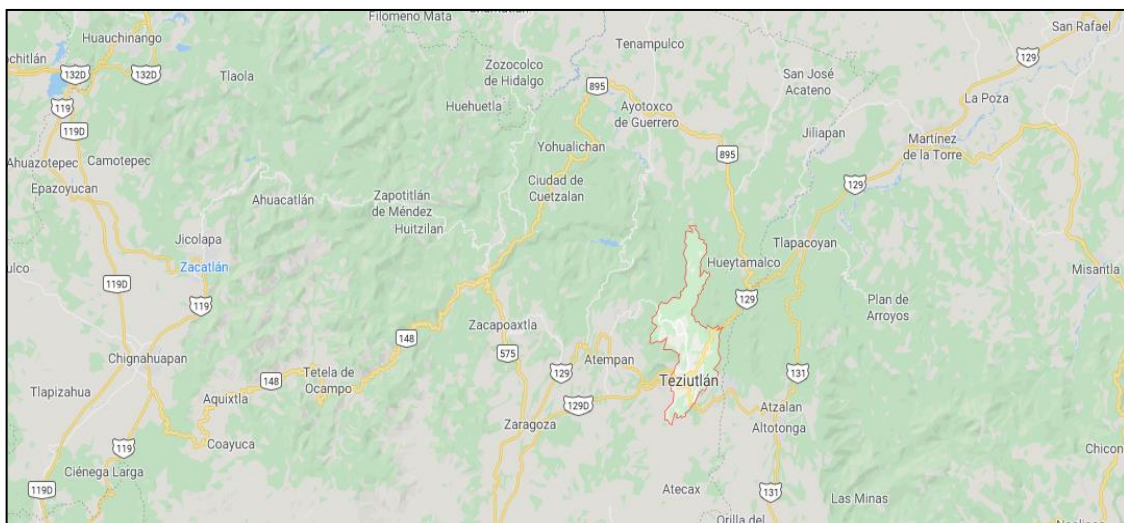


Fuente: 1 Elaboración propia

1.1.1.6 Macro localización

La empresa Comercializadora KETER S.A. de C.V. se localiza al noroeste del estado de Puebla, en el municipio de Teziutlán.

Figura 2 Ubicación del municipio de Teziutlán



Fuente: 2 Google maps

1.1.1.7 Micro localización

Comercializadora KETER S.A. de C.V. se localiza en la Calle Profesor Alfredo Castillo Ávila número 23, Barrio de Chignaulingo, Teziutlán, Puebla.

Figura 3 Ubicación de Comercializadora KETER S.A. de C.V.



Fuente: 3 Google maps

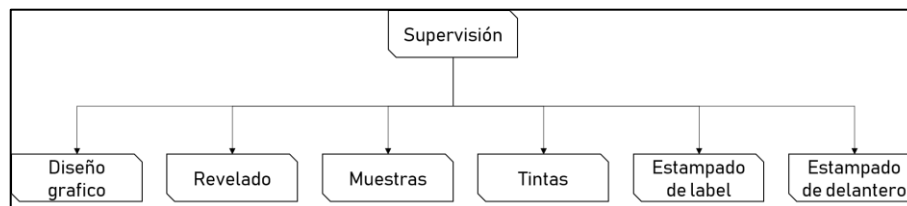
1.1.1.8 Descripción del área de trabajo

El presente proyecto se desarrolla en el área de estampado, departamento donde se lleva a cabo el proceso de serigrafado de las prendas multiestilo, dicho departamento cuenta con maquinaria semi automatizada. El proceso de estampado está conformado por las siguientes operaciones principales: revelado, preparación de tintas, estampado de label y delanteros, secado de prendas, revisado, retoque de colores, elaboración de muestras y diseño gráfico.

1.1.1.9 Estructura departamental del área de estampado

El área de estampado cuenta con un supervisor general, el cual se encarga de que el proceso se realice de forma correcta y de acuerdo a los tiempos de entrega, la estructura departamental de dicha área se muestra a continuación.

Figura 4 Estructura departamental del área de estampado



Fuente: 4 Elaboración propia

1.2 Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán es una institución de educación superior tecnológica ubicada en la ciudad de Teziutlán, municipio correspondiente al estado de Puebla. Como todas las instituciones de educación tecnológica en México, el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán se encuentra regulado por el organismo nacional conocido como Tecnológico Nacional de México.

1.2.1 Antecedentes

El primer día del mes de septiembre de 1993 inició actividades el Instituto ofreciendo las carreras de Ingeniería Industrial y Licenciatura en Administración, siendo el primer Tecnológico Descentralizado del Estado de Puebla, junto con su similar de la Sierra Norte, designándose como primer Director General a José Emilio Guillermo Ortega Balbuena. Las primeras actividades académicas se desarrollaron en el "Centro de Bachillerato Tecnológico, Industrial y de Servicios No. 44", el cual resultó insuficiente ante la aceptación de los estudiantes; por lo que apenas un semestre después el Instituto se trasladó a una granja avícola y la casa anexa.

Mientras tanto, como resultado de la donación de Jorge Barrón Levet, en ese momento Diputado Local, y de las gestiones de éste y de su hermano Samuel Barrón Levet, se formalizó la compra de 12 hectáreas de terreno a la Compañía Minera Autlán. Ese terreno está ubicado a un costado de la antigua mina de cobre que hace 200 años había dado pie al desarrollo de la región, y que actualmente renace con la construcción de una planta hidroeléctrica.

El día 22 de abril de 1998 fue nombrado oficialmente el Ing. Alberto Sánchez Serrano como nuevo Director del Instituto tecnológico Superior de Teziutlán, iniciando una nueva etapa en la vida de esta institución trayendo consigo cambios sustanciales tales como:

Impulso y mejoramiento en el aspecto académico del Instituto. Mejoramiento a sistemas de control en el área administrativa, realización de gestiones permanentes

para la construcción y equipamiento del centro de cómputo, así como de dos edificios más, mejoras en la infraestructura física (interior y exterior), creación de nuevas carreras, realización de convenios para estudios de posgrado e investigación, proyección del Instituto hacia el sector productivo, industrial y social.

En el mes de octubre de 1999 el Instituto tecnológico Superior de Teziutlán (ITST) tuvo la desgracia de verse afectado con la depresión tropical "IRENE" quedando seriamente dañada la infraestructura con la que contaba esta institución.

Durante el ciclo escolar 2000-2001 el Instituto continuó con su quehacer académico en instalaciones prestadas en el centro de la ciudad de Teziutlán, Puebla, con el mismo entusiasmo que en ciclos anteriores.

Mientras se continuaba con el esfuerzo por seguir preparando a las futuras generaciones en otras instituciones facilitadas, al mismo tiempo se realizaron las gestiones pertinentes ante la SEP Federal y la del gobierno del Estado de Puebla, con la finalidad de volver a contar con las instalaciones de Aire Libre, La Mina, Teziutlán, Puebla, completamente rehabilitadas.

Y es así que en el mes de enero del año 2001 alumnos y personal del ITST. Reanudan actividades en estas instalaciones de Aire Libre. El regreso a nuestras instalaciones trajo consigo nuevos retos y nuevas emociones, en un par de años el Instituto incrementó notablemente su infraestructura, equipando sus talleres, laboratorios, centros de cómputo e información, acordes a las necesidades académicas de una educación de calidad.

El Instituto tendría que ser mejor que antes de la tragedia vivida por aquella depresión tropical; y para eso se requería de nuevos objetivos, nuevas metas, pero sobre todo de una nueva mentalidad. Es por ello que el Instituto asume el compromiso de certificarse a través de la Norma ISO 9001-2008 y es en el mes de abril del año 2006 cuando esta casa de estudios recibe orgullosamente y además

con distinción, la certificación por parte de la empresa QMI-SAIGLOBAL, quien la certifica como una Institución de Calidad en su proceso de Enseñanza – Aprendizaje.

Poco a poco en el Instituto se va consolidando una nueva filosofía, su deseo de trascender se convierte en una mentalidad ya constante, dando como resultado que el 1 de Noviembre del 2006, estando al frente de la institución el Mtro. Gustavo Urbano Juárez, se logra la Acreditación de la carrera de Informática por parte del CONAIC, Acreditación del Programa de la Licenciatura en Administración por parte de CACECA (Consejo de acreditación para la Enseñanza de la Contaduría y Administración) en el año 2008, Acreditación del Programa de la Licenciatura en Ingeniería Industrial por parte de CACEI (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería) en el año 2009, Acreditación del Programa de la Licenciatura de Ingeniería en Sistemas Computacionales por parte del CONAIC (Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación) en el año 2010, Certificación del Sistema de Gestión Ambiental bajo la Norma ISO-14001:2004, por QMI – SAIGLOBAL, Reconocimiento SEP Federal a la Calidad Educativa por lograr el 100% de la matrícula con Programas Acreditados, para el año 2010, Aprobación del Programa de Protección Civil a nivel Estrado, para el período 2010 – 2011.

Para el 30 de Agosto de 2018, toma el cargo de la Dirección General la Mtra. Arminda Juárez Arroyo, como consecuencia de lo anterior, y con la finalidad de hacer congruente el desarrollo, integral del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán dentro del proceso educativo, se generó su estructura orgánica que condujo a la expedición de su Reglamento interior.

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, atento a las demandas de la sociedad, y a los principios de la Ley de Educación del Estado de Puebla, se consolida como una Institución cuyo objetivo es lograr una educación de calidad, moderna y eficaz, orientada al servicio, acercándola a las necesidades e intereses de la población, que promueva el uso transparente y eficiente de los recursos humanos, materiales y

financieros de que disponga, y que cumpla puntualmente con sus programas de trabajo (Teziutlan, 2019).

1.2.2 Misión

El instituto Tecnológico Superior de Teziutlán tiene como Misión, formar Profesionales que se constituyan en agentes de cambio y promuevan el desarrollo integral de la sociedad, mediante la implementación de procesos académicos de calidad (Teziutlan, 2019).

1.2.3 Visión

Llegar a ser la Institución de Educación Superior Tecnológica más reconocida en el Estado de Puebla, que ofrezca un proceso de Enseñanza – Aprendizaje certificado, comprometido con la excelencia académica y la formación integral del Alumno, contribuyendo al desarrollo sustentable, económico, político y social de nuestro Estado (Teziutlan, 2019).

1.2.4 Valores

- Integridad: actuar con rectitud, honestidad, honradez y transparencia, de manera congruente, sin engaños, ni falsedades en la realización de sus funciones.
- Compromiso: cumplir con la sociedad ofreciéndoles profesionales capaces y comprometidos con su región y el estado para satisfacer las necesidades presentes y futuras.
- Lealtad: ajustar su actuación al compromiso personal con los objetivos del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, de tal modo que se refleje y fortalezca el conjunto de logros del instituto.
- Actitud de servicio: fomentar en el alumno el deseo de servir a su comunidad y su identificación plena con el instituto a colaborar en todas y cada una de

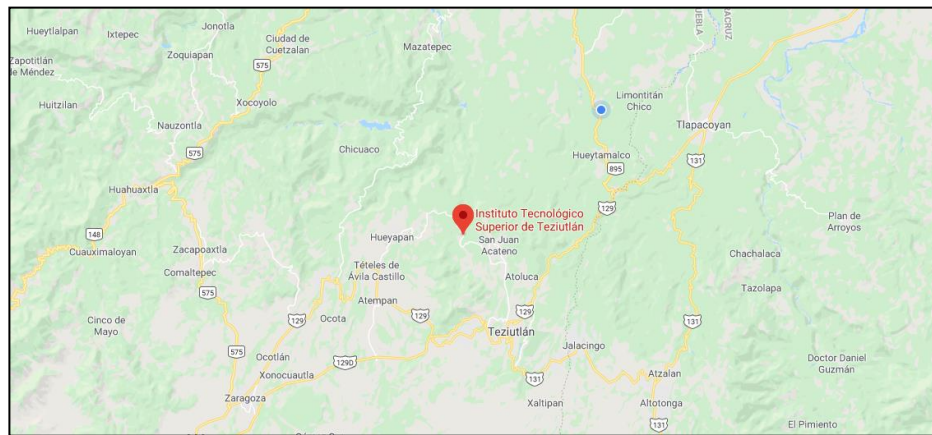
las actividades programadas, así como la aplicación de las políticas y procedimientos una vez que se integren al sector productivo.

- Legalidad: conocer y cumplir la normativa aplicable a las actividades relativas a su ámbito de competencia (Teziutlan, 2019).

1.2.5 Macro localización

Para poder ubicar a nivel nacional o como corresponda se anexa la localización del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.

Figura 5 Macro localización del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

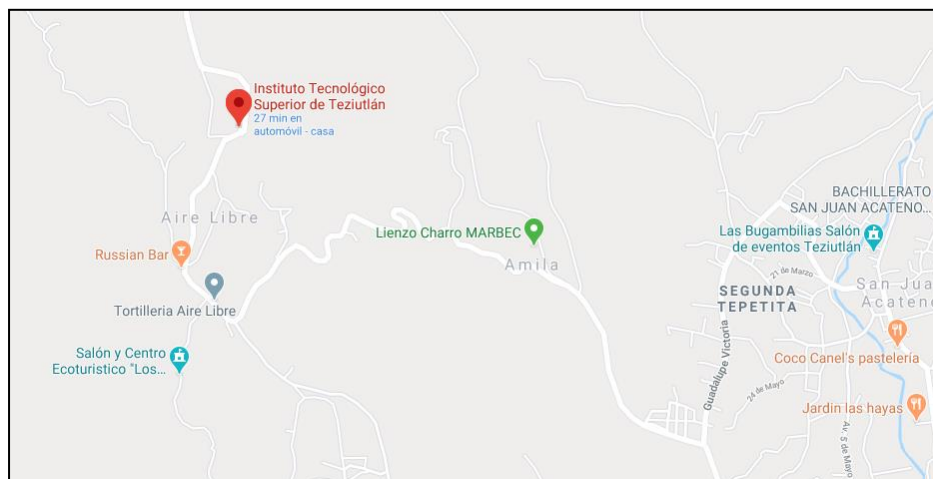


Fuente: 5 Google Maps

1.2.6 Micro localización

Para mejor referencia se denota la micro localización de la universidad, está ubicada en Fracción I y II SN, 73960 Teziutlán, Puebla.

Figura 6 Ubicación del Tecnológico de Teziutlán



Fuente: 6 Google Maps

1.3 Planteamiento del problema

Las máquinas automáticas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL del área de estampado de comercializadora KETER han presentado diferentes fallas en su funcionamiento y paros en los últimos meses, esto ha repercutido de manera directa en la calidad de las prendas, muchas veces ha sido necesario reprocesar, reparar o realizar los ajustes necesarios en las máquinas para que el proceso pueda seguir de forma correcta.

El presente proyecto pretende analizar el proceso de estampado de las prendas, para identificar las causas que originan el fallo de las máquinas de serigrafía y con ello plantear una propuesta de solución.

1.4 Preguntas de investigación

¿Por qué presentan fallas las máquinas de serigrafía?

¿Se realiza algún proceso de mantenimiento a las máquinas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL?

¿Son óptimas las condiciones en las que operan las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL?

¿Actualmente la eficiencia de las máquinas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL cumple con los requerimientos de producción?

¿El personal que opera las máquinas de serigrafía recibe algún tipo de capacitación?

¿Existe algún registro sobre la eficiencia de las máquinas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL?

1.5 Objetivos

A continuación, se expone el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto en cuestión.

1.5.1 Objetivo general

Proponer un plan de conservación para los equipos serigraficos ROQPRINT NEXT P20 XL en el área de estampado en base a herramientas de administración del mantenimiento con el fin de mejorar la eficiencia productiva.

1.5.2 Objetivos particulares

- Analizar el proceso de estampado mediante un mapa de la cadena de valor.
- Examinar la eficiencia actual de las máquinas serigráficas mediante el indicador global de la eficiencia de la maquinaria.
- Analizar la causa raíz de la baja eficiencia de las máquinas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL, a través de herramientas de estadística.
- Generar código de Índice de clasificación para los gastos de Mantenimiento enfocados en las máquinas de serigrafía.
- Proponer el aumento de la eficiencia de las máquinas serigráficas a través de la metodología 5's.
- Revisar los manuales del fabricante de las máquinas serigráficas con el fin de considerar todos los aspectos necesarios para una planificación del mantenimiento.
- Diseñar en Microsoft Excel una plantilla de un programa de mantenimiento programado para las dos máquinas automáticas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL.

A continuación, se describe la importancia del presente proyecto mediante la justificación de la investigación.

1.6 Justificación

La conservación industrial es una de las partes fundamentales dentro de la industria, permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos y además ayuda a prevenir acciones correctivas que pudiesen generar mayores pérdidas económicas.

Todas las empresas deben considerar a la conservación industrial como una herramienta para garantizar una producción eficaz cuyos beneficios permitirán aumentar la competitividad y mejora continua de sus procesos.

De acuerdo al análisis que se realiza en la presente investigación y debido a las constantes fallas presentadas en las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL este proyecto pretende proponer un plan de conservación industrial con la finalidad de aumentar su eficiencia productiva.

El funcionamiento correcto de las máquinas beneficia a la producción y la calidad de las prendas, disminuye el número de reprocesos, paros de las máquinas y tiempos de espera.

Con la correcta implementación de un plan de conservación industrial, las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL aumentan su vida útil, reduciendo costos de mantenimiento correctivo.

Dicha propuesta de solución a esta problemática permite mejorar las condiciones de producción en el área de estampado de comercializadora KETER y a su vez genera en mí como ingeniero industrial una base de experiencia en la industria textil.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen y definición de la conservación industrial

Desde el principio de la humanidad, hasta fines del siglo XVII, las funciones de preservación y mantenimiento que el hombre aplicaba a las máquinas que utilizaba no tuvieron un gran desarrollo, sino hasta 1880 donde se consideraba que el trabajo humano intervenía en un 90% para la elaboración de un producto y solo un escaso 10% lo hacía la máquina (Mantenimiento, 2008).

La industria fue evolucionando debido a la exigencia del público de mayores volúmenes, diversidad y calidad de productos, las máquinas cada vez eran más numerosas y complejas por lo que su importancia aumentó con respecto a la mano de obra.

Los esfuerzos por mejorar las funciones de las máquinas para hacerlas más rápidas y precisas, se volvieron mayormente necesarios, el cuidado de estos recursos comenzó en lo que ahora se conoce como mantenimiento (Delgado, 2009).

De acuerdo con el autor Enrique Dounce Villanueva la conservación puede definirse como toda acción humana que mediante la aplicación de los conocimientos científicos y Técnicos, contribuye al óptimo aprovechamiento de los recursos existentes (Villanueva, 2014).

La conservación industrial trata la protección del recurso y al mismo tiempo mantiene la calidad deseada, propiciando con ello el desarrollo integral.

2.1.1 Taxonomía de la conservación industrial

La Conservación se divide en dos grandes ramas, una de ellas es la Preservación la cual atiende las necesidades de los recursos físicos y la otra es el Mantenimiento encargado de cuidar del Servicio que proporcionan estos recursos.

Es importante identificar la diferencia existente entre estas dos ramas, ya que hay una gran cantidad de trabajos de preservación que en conjunto con las acciones o

actividades de mantenimiento han logrado la correcta conservación de la maquinaria utilizada en las empresas.

A continuación, se describe a detalle cada una de las ramas de la conservación industrial.

2.1.1.1 Preservación

La preservación es la acción humana encargada de evitar daños a los recursos existentes. Existen dos tipos de preservación: la preventiva y la correctiva; la diferencia entre estas dos radica en el tiempo en el que se realiza el trabajo es decir, se hace antes o después de ocurrido el daño (Reyes, 2000).

Debido a que muchas organizaciones son menos evolucionadas y los recursos físicos con los que cuentan exigen mayor número de actividades de preservación, esta también se divide en periódica, progresiva y total.

2.1.1.2 Preservación preventiva

La preservación preventiva son los trabajos desarrollados a fin de evitar la degeneración de la maquinaria o equipo.

2.1.1.3 Preservación correctiva

La preservación correctiva son los trabajos de rehabilitación que han de desarrollarse en una maquinaria, equipo o recurso cuando este haya sido degenerado.

2.1.1.4 Preservación periódica

Se refiere al cuidado y protección racional del equipo durante y en el lugar donde está operando. Se divide en dos niveles: el nivel del usuario del recurso y el técnico medio.

- Primer nivel: Corresponde al usuario del recurso o maquinaria, el cual tiene la responsabilidad de conocer el instructivo de operación y la atención

cuidadosa de preservación a su cargo como son: limpieza, lubricación, pequeños ajustes y reparaciones menores.

- Segundo nivel: Corresponde al técnico medio el cual cuenta con un pequeño espacio denominado taller, aparatos y herramientas indispensables para proporcionar al equipo la reparación o acción necesaria (Reyes, 2000).

2.1.1.5 Preservación progresiva

Después de un largo funcionamiento de la maquinaria y equipos, estos deben ser revisados y reparados a detalle por lo que es necesario hacerlo fuera del lugar de operación. Esta forma de preservación se divide en tercer y cuarto nivel.

- Tercer nivel: Esta labor es realizada por el taller general de la fábrica con personal de alta habilidad y destreza.
- Cuarto nivel: Es realizada por terceros con personal y talleres especializados que realizan la preservación enfocada a un área específica (Reyes, 2000).

2.1.1.6 Preservación total

También es conocido como quinto nivel este es ejecutado generalmente por el fabricante del equipo, los cuales pueden hacer cualquier tipo de reparación, reconstrucción o modificación (Reyes, 2000).

2.2 Mantenimiento

El mantenimiento es la segunda rama de la conservación industrial y se refiere a los trabajos necesarios con objeto de proporcionar un servicio de calidad.

Duffuaa, Raouf y Dixon define al mantenimiento como la combinación de todas las acciones técnicas y asociadas mediante las cuales un equipo o sistema se conserva o repara para que pueda realizar sus funciones específicas (Duffuaa, 2000).

La función de mantenimiento nace debido a los niveles operacionales de las empresas; sin estructura propia de mando; sin organización separada; adscrita,

como es lógico, a producción y aprovechando los mandos que en ésta están configurados (Mantenimiento, 2008).

El mantenimiento se divide en mantenimiento correctivo y preventivo.

2.2.1 Mantenimiento correctivo

La evolución de la función de mantenimiento ha pasado por varias etapas. Inicialmente, la función de mantenimiento consistía en reparar un equipo cuando se averiaba, aplicando lo que se llama mantenimiento correctivo (Mantenimiento, 2008).

2.2.2 Mantenimiento preventivo

De lo que es el mantenimiento en el sentido moderno, no se empieza a hablar hasta los años cincuenta, cuando los responsables de ésta función se dan cuenta de que no basta con reparar la avería una vez aparecida, sino que es necesario prevenirla. Así nace una segunda etapa que se denomina mantenimiento preventivo (Mantenimiento, 2008).

2.2.3 Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza. Intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, realizando acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento (Álvarez, 2008).

Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que se opera.

Los objetivos del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición del conocimiento.

- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Evitar el deterioro del equipo mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares.

2.2.4 Mantenimiento programado

El mantenimiento programado sistemático es el grupo de tareas de mantenimiento que se realizan sobre un equipo o instalación siguiendo un programa establecido, según el tiempo de trabajo, la cantidad producida, los kilómetros recorridos, de acuerdo con una periodicidad fija o siguiendo algún otro tipo de ciclo que se repite de forma periódica. Este grupo de tareas se realiza sin importar cuál es la condición del equipo (Renovetec, 2012).

2.3 Herramientas para la administración del mantenimiento

Para llevar a cabo de manera satisfactoria la administración del mantenimiento y obtener resultados que ayuden a tomar decisiones importantes, se necesita de algunos instrumentos o herramientas que faciliten esta labor. El uso de las herramientas adecuadas permite planear, organizar y controlar mejor todas las actividades de mantenimiento.

Algunas de las herramientas utilizadas para la administración del mantenimiento se explican a continuación.

2.3.1 Índice ICGM

El índice ICGM (índice de clasificación para los gastos de mantenimiento), que en Estados Unidos se conoce como RIME (Ranking Index for Maintenance Expenditure), es una herramienta que permite clasificar los gastos de conservación interrelacionando los recursos sujetos a estos trabajos. Por ello el índice ICGM se compone de dos factores:

- Código máquina: Identifica los recursos por atender ya sea equipos, instalaciones y construcciones. Dicha información se encuentra en el ANEXO 3.
- Código trabajo: Identifica cada tipo de trabajo por realizar en dichos recursos, la tabla para identificar los códigos se muestra en el ANEXO 4.

El índice ICGM se obtiene de la multiplicación de estos dos factores, por tanto, tenemos:

$$\text{Índice ICGM} = \text{Código máquina} * \text{Código trabajo}$$

Así mismo el índice ICGM tiene tres aplicaciones perfectamente delineadas:

- Jerarquización de la expedición de las labores de conservación de acuerdo con su importancia relativa.
- Elaboración racional del presupuesto anual para los gastos de conservación.
- Induce mediante el código máquina en la clasificación de los equipos, instalaciones y construcciones de la empresa, determinando si son vitales, importantes o triviales, para definir la clase y cantidad de trabajo de conservación que se les debe proporcionar.

Existen dos métodos para elaborar el índice ICGM en la empresa; el primero, basado en estudios sobre los dos factores que lo forman (equipo y trabajo) de forma que, para lo que corresponde al factor equipo, se consideran dentro de estos tres componentes como se muestra a continuación:

Tabla 1 Índice ICGM método factor equipo

FACTOR	COMPONENTE
EQUIPO	PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN $\frac{\text{Horas de trabajo en la semana}}{168 \text{ horas de una semana}}$
	PORCENTAJE DE RENTABILIDAD (Porcentaje con el que contribuye a las utilidades de la empresa)
	FACTOR DE PROCESO (Grado en que una falla en este equipo, afecta a otros)

Fuente: 7 Recuperado del libro la productividad en el mantenimiento industrial Enrique Dounce Villanueva 2014

La multiplicación del resultado de estos tres componentes proporciona el factor equipo. El factor trabajo considera cinco componentes que son los siguientes:

Tabla 2 Índice ICGM método factor trabajo

FACTOR	COMPONENTE
TRABAJO	COSTO POR PERDIDA DE CALIDAD (En el que se incurre si no se ejecuta la reparación, y se afecta la calidad del producto)
	COSTO POR PERDIDA DE PRODUCCIÓN (En el que se incurre si no se ejecuta la reparación, y se afecta la calidad del producto)
	COSTO DE MANTENIMIENTO APLAZADO (En el que se incurre si no se ejecuta la reparación, comprende mano de obra directa y materiales)
	COSTO POR RETRABAJO (En el que se incurre si no se ejecuta la reparación, y se afecta la cantidad de mano de obra que interviene en el proceso)
	COSTO POR SEGURIDAD (En el que se incurre si no se ejecuta la reparación, y se afecta la seguridad de los trabajadores que intervienen en el proceso)

Fuente: 8 Recuperado del libro la productividad en el mantenimiento industrial Enrique Dounce Villanueva 2007

La suma del resultado de estos componentes proporciona el factor trabajo. El producto de los dos factores proporciona el índice ICGM (Villanueva, 2014).

2.3.2 Análisis de problemas

Existe un problema cuando se tiene una desviación de lo que se espera obtener; es decir, cuando hay una diferencia entre lo que debe ocurrir y lo que está ocurriendo. Cuando esto sucede, es necesario investigar las causas que producen el efecto del problema usando herramientas como la lluvia de ideas, el diagrama de causa-efecto y el principio y diagrama de Pareto (Villanueva, 2014).

2.3.2.1 Lluvia de ideas

El método de la lluvia de ideas consiste en reunirse en grupo para buscar soluciones a un problema; es más efectiva en la medida de que se preparen con anticipación y profesionalismo. Las personas que participen deben tener conocimiento del problema lo que se espera es obtener opiniones diferentes para obtener soluciones.

Figura 7 Ejemplo de un Diagrama de lluvia de ideas



Fuente: 9 Recuperado de <http://11b6cortazaralthair.blogspot.com/2012/10/actividad-1-lluvia-de-ideas.html>

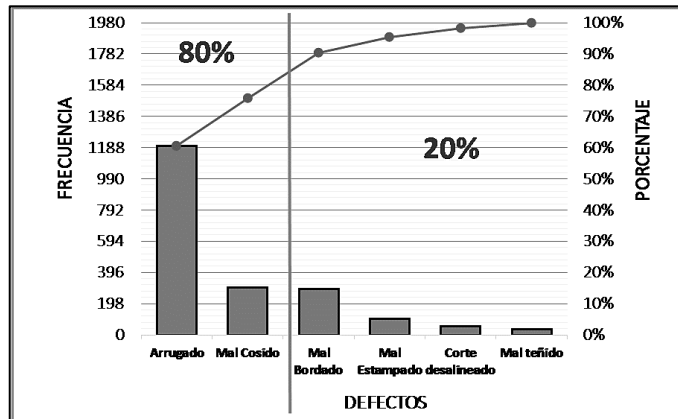
2.3.2.2 Principio de Pareto

El análisis de Pareto es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos y factores según su contribución a un determinado efecto.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías: las pocas vitales (los elementos muy importantes en su contribución) y los muchos triviales (los elementos poco importantes en ella). Establece aproximadamente que el 20% de las causas originan el 80% del efecto, el 80% de las causas restantes son responsables del 20% del resto del efecto. De acuerdo con el principio de Pareto se pueden obtener los siguientes niveles de mantenimiento:

1. Vitales: Son indispensables para la buena marcha de la empresa es decir proporcionan un servicio vital y cuyo paro pone en peligro la vida de las personas o dificulta el desarrollo de la empresa, puede suponer pérdidas económicas para la empresa.
2. Importantes: Aquellos o instalaciones cuyo paro cause molestias de importancia o costos de consideración para la empresa.
3. Triviales: Cuyo paro o demérito de servicio no tienen un impacto importante para la marcha de la empresa (Delgado, 2009).

Figura 8 Ejemplo de diagrama de Pareto

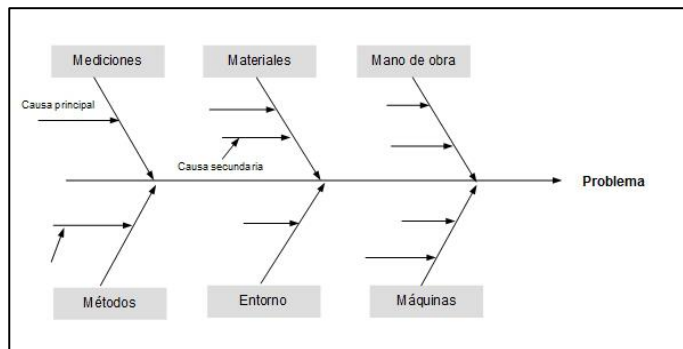


Fuente: 10 Recuperado de <http://ingenieriaindustrialeasy.blogspot.com/2018/01/el-diagrama-de-pareto.html>

2.3.2.3 Diagrama de causa efecto

Este diagrama analiza las causas de un problema determinado, en el que un efecto es resultado de varias causas. Se expresa de forma gráfica en un "esqueleto de pescado" en el que cada espina puede significar una o más causas. Fue desarrollado por el japonés Kaoru Ishikawa y ayuda a conocer las causas que concurren a la aparición de un problema de interés a analizar. Este diagrama es muy útil y generalmente es utilizado en conjunto con la lluvia de ideas.

Figura 9 Estructura del diagrama de causa-efecto



Fuente: 11 Recuperado de <https://isgintegradora.mx/el-diagrama-de-espina-de-pescado/>

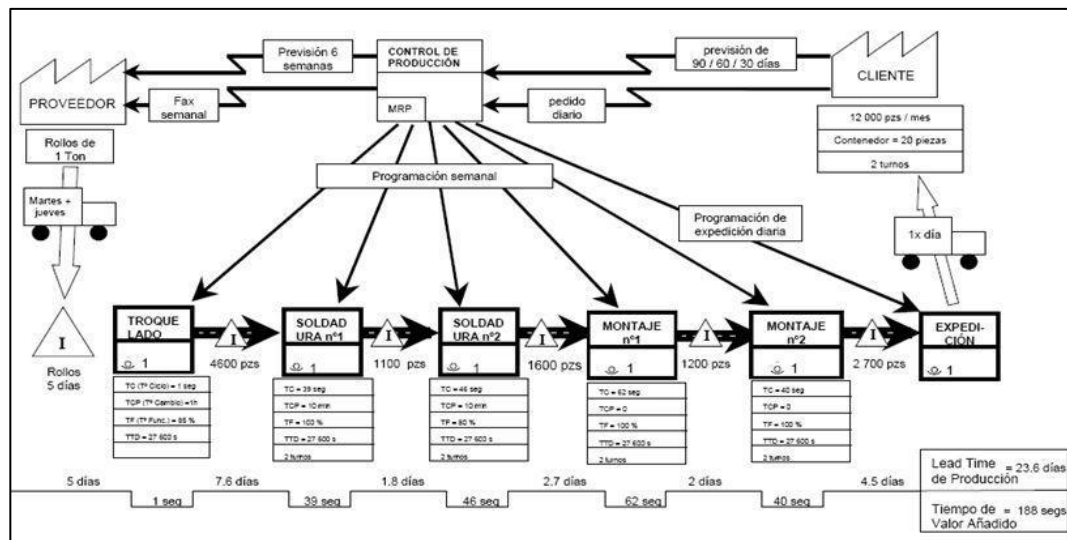
2.4 Mapa de la cadena de valor (VSM)

Los mapas de valor, también conocidos como gráficas del flujo de valor VSM (Value Stream Map), son herramientas utilizadas para conocer a profundidad los procesos, tanto dentro de la organización como en la cadena de abastecimiento.

El principal objetivo por el que se desarrollan los mapas de valor consiste en que estos permiten identificar ampliamente las actividades que no agregan valor al proceso, del mismo modo permiten conocer el tiempo asociado a dichas actividades.

En la práctica, el mapeo de valor se ha convertido en una actividad esencial ante la formulación de planes de mejora, de tal manera que forma parte del diagnóstico del proceso (VSM actual) y de la proposición de estrategias de mejoramiento (VSM futuro), La simbología para la elaboración de un mapa de la cadena de valor se muestra en el ANEXO 1.

Figura 10 Ejemplo del mapa de la cadena de valor



Fuente: 12 Recuperado de <https://www.aulafacil.com/cursos/estrategia/lean-manufacturing/analisis-de-la-cadena-de-valorvsm-l20010>

2.4.1 Indicadores relevantes de un Mapa de la cadena de valor

El mapa de la cadena de valor está compuesto por diferentes indicadores, los cuales se describen a continuación.

2.4.1.1 Tiempo TAKT

El tiempo takt es un indicador de la frecuencia de compra del cliente. Para muchos expertos se trata de un tiempo objetivo al cual el sistema de producción debe adaptarse para satisfacer las expectativas del cliente.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Tiempo\ TAKT = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda}$$

2.4.1.2 Tiempo de ciclo individual

Es el tiempo estándar asociado a cada operación del proceso. Por ejemplo: El tiempo asociado a pintar una pieza, o el tiempo estándar asociado a empacarla.

2.4.1.3 Tiempo de ciclo total

Es el tiempo que duran todas las operaciones, se calcula sumando los tiempos de ciclo individuales.

2.4.1.4 Tiempo de previsión de las necesidades del cliente

En este intervalo de tiempo es cuando se deben realizar las previsiones respecto a los puntos y cantidades de pedido futuras. La magnitud del GAP es directamente proporcional con los errores en las previsiones.

2.4.1.5 Tiempo de entrega logística

Comprende el intervalo de tiempo que tarda la organización desde que se abastece de materias primas, materiales e insumos hasta que el producto terminado es distribuido al cliente (López, 2019).

2.5 Eficiencia global de la maquinaria

La Eficiencia Global de Equipos conocida como OEE, por sus siglas en inglés (Overall Equipment Effectiveness), es un indicador vital que representa la capacidad real para producir sin defectos, el rendimiento del proceso y la disponibilidad de los equipos. Es un indicador poderoso que requiere de información diaria del proceso.

El indicador OEE es una herramienta integral de evaluación comparativa, esto quiere decir que puede ser utilizado para evaluar los diferentes componentes del proceso de producción, por ejemplo: disponibilidad, rendimiento y calidad. Del mismo modo, es un indicador apropiado al momento de medir los avances reales en 5's, Lean Manufacturing, Kaizen, TPM y Six Sigma.

La Eficiencia General de Equipos es considerada por muchos especialistas como una de las herramientas de evaluación, más eficaz para la toma de decisiones referentes al sistema productivo (Lopez, 2019).

Las siguientes fórmulas son las utilizadas para el cálculo del OEE:

Tiempo total = Tiempo disponible + Tiempo planeado

Tiempo planeado = Reuniones, comidas, MP, etc.

Tiempo disponible = Tiempo total – Tiempo planeado

Tiempo productivo = Tiempo disponible – Tiempo muerto

Tiempo muerto = Tiempo de averías + Tiempo de cambio de producto

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}}$$

Capacidad productiva = Tiempo productivo x Capacidad estándar

Producción real = Tiempo productivo x Capacidad real

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad productiva}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{(\text{producción real} - \text{Unidades defectuosas})}{\text{Producción total}}$$

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Calidad}$$

Para obtener el resultado de la eficiencia de la maquinaria, se compara con los de la siguiente tabla:

Tabla 3 Clasificación de OEE

OEE	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
< 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
≥65%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
≥85% <95%	Buena	Entra en Valores de clase mundial. Buena competitividad
≥95%	Excelencia	Valores de clase mundial. Excelente competitividad

Fuente: 13 Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/eficiencia-global-de-los-equipos-oeef/>

2.6 Herramientas para el análisis y solución de problemas

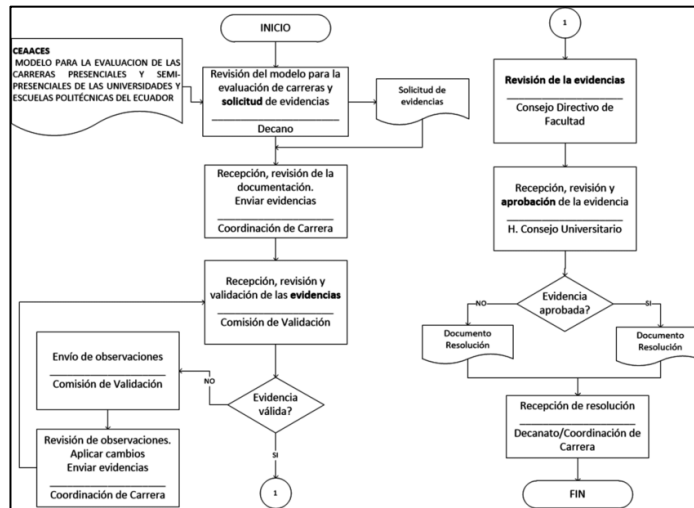
Las herramientas para la solución de problemas consideradas en el presente proyecto se mencionan a continuación:

2.6.1 Flujograma del proceso

Un flujograma es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso se representa por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa del proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso, la simbología para la elaboración de un flujograma se muestra en el ANEXO 2.

Ofrece una descripción de las actividades implicadas en el proceso, facilitando la comprensión y descripción de cada actividad. Hace posible la identificación de acciones esenciales, rediseñar y mejorar el proceso (Gestión, 2013).

Figura 11 Ejemplo de un flujograma



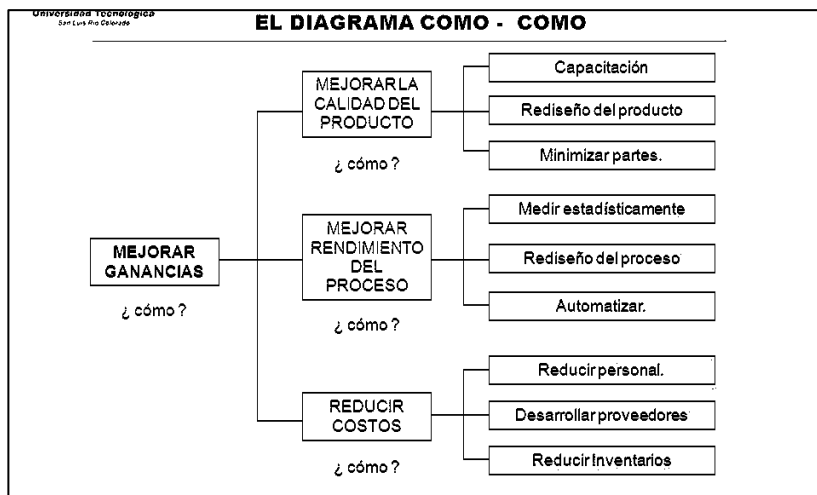
Fuente: 14 Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Diagrama-de-flujo-Elaborado-por-los-autores-Definido-el-proceso-y_fig1_280732201

2.6.2 Diagrama cómo-cómo

Es una técnica similar al diagrama por qué - por qué y se puede lazar junto con este diagrama para llegar más a fondo a la raíz de un problema. Su objetivo es separar las variables y actuar como un puente de acumulación y desarrollo de estrategias para la implantación de una innovación o mejora.

Este análisis puede obtener varios resultados, rechazar la idea, sugerir mejoras a los recursos existentes o modificaciones a los mismos.

Figura 12 Ejemplo del diagrama cómo-cómo

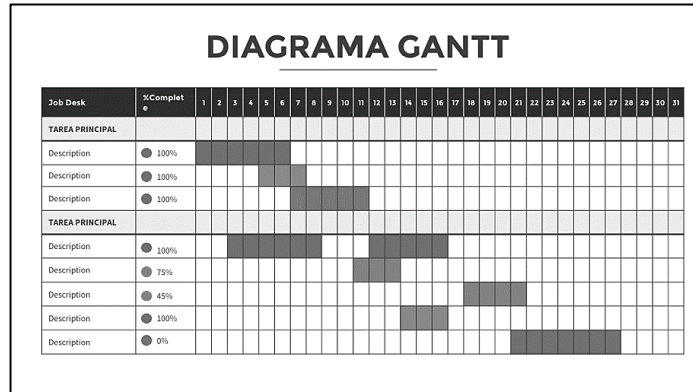


Fuente: 15 Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/3292734/11/images/20/CALIDAD+EN+EL+MANTENIMIENTO.jpg>

2.6.3 Diagrama de Gantt

Es una herramienta para planificar y programar tareas a lo largo de un periodo determinado. Facilita la visualización de las acciones previstas, realizar el seguimiento y control del proceso.

Figura 13 Ejemplo de diagrama de Gantt



Fuente: 16 Recuperado de <https://modelosdenegocios.es/que-es-un-diagrama-de-gantt/>

Fue desarrollado por Henry Laurence Gantt a inicios del siglo XX, el diagrama se muestra en un gráfico de barras horizontales ordenadas por actividades a realizar en secuencia de tiempo (Business, 2015).

2.7 Metodología de las 5's

5'S es una herramienta de Lean Manufacturing que trata de establecer y estandarizar una serie de rutinas de orden y limpieza en el puesto de trabajo. Mediante esta técnica se mejora tanto el espacio de trabajo como la eficiencia y eficacia en las operaciones a realizar.

La implantación de 5'S en Pymes se considera necesaria e imprescindible para la supervivencia de la empresa durante el paso del tiempo. Mediante ella se eliminan mudas/despilfarros que no aportan valor al producto final como: Transporte de mercancías, inventario, movimientos, esperas, sobreproducción, sobre procesos, defectos de calidad, exceso de reuniones y correos y desperdicio de conocimiento.

La herramienta 5'S pretende evitar estas mudas mediante la implantación de un estándar de orden y limpieza en el puesto de trabajo, estableciendo unas rutinas básicas de mantenimiento del puesto (Ramírez, 2016).

2.7.1 SEIRI o eliminar lo innecesario

Es la primera S que se debe aplicar y consiste como su traducción bien indica en eliminar aquellos objetos que sean innecesarios y no aporten valor alguno al producto final. Para llevar a cabo dicha tarea se deben clasificar los objetos del espacio de trabajo según su utilización, identificando y separando aquellos que son necesarios de los que no lo son. De este modo, se eliminan objetos innecesarios en el área de trabajo y se controla el flujo de objetos en la zona de trabajo mejorando la capacidad del espacio (Ramírez, 2016).

2.7.2 SEITON u ordenar

La palabra Seiton hace referencia al orden. El cual se concentra en ordenar aquellos elementos necesarios para la realización de las tareas. De este modo, se definen las ubicaciones y se establecen las identificaciones necesarias para cada objeto. Mediante las identificaciones se mejora la búsqueda y retorno de los objetos en el espacio de trabajo, de ese modo cada objeto tiene su sitio y existe un sitio para cada objeto. La resistencia al cambio y la poca disciplina por parte de los/as operarios/as para retornar las cosas a su sitio es uno de los mayores inconvenientes a la hora de realizar una correcta aplicación del Seiton (Ramírez, 2016).

2.7.3 SEISO o limpieza e inspección

La tercera "S" indica que tras haber eliminado lo innecesario y clasificado aquello realmente necesario para las operaciones a realizar, es necesario realizar una limpieza en el área de implantación de 5'S. De este modo se pretende identificar el fuguai (defecto) y eliminarlo. Así mismo, Seiso incluye la integración de la limpieza diaria como parte de inspección del puesto de trabajo ante posibles defectos y da importancia más al origen de la suciedad y defectos encontrados que a sus posibles consecuencias (Ramírez, 2016).

2.7.4 SEIKETSU o estandarizar

Es la "S" mediante la cual se establecen las rutinas necesarias para una correcta implantación de la herramienta en la empresa. Se definen los estándares necesarios para llevar a cabo las tres primeras "S", de este modo se asegura que las órdenes anteriores se realizan del mejor modo posible (Ramírez, 2016).

2.7.5 SHITSUKE o disciplina

La última de las "S" que corresponde a la de disciplina es mediante la cual se procura normalizar la aplicación del trabajo y convertir en hábito todos aquellos estándares establecidos en el punto anterior. Junto a dicho término aparece ligada la palabra autodisciplina y autocontrol en la nueva cultura adoptada en la Pyme, todo ello sea para que la herramienta perdure a lo largo del tiempo (Ramírez, 2016).

CAPÍTULO III

DESARROLLO Y METODOLOGÍA

3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

El procedimiento y actividades realizadas en este proyecto son en base a herramientas de administración del mantenimiento y están encaminadas a lograr los objetivos planteados, estas se enumeran y describen a continuación:

1. El procedimiento para el presente proyecto comienza con la recolección de datos, mediante entrevistas informales no estructuradas, observación del proceso de estampado a partir del cual se elabora un flujograma, revisión de documentos, manuales y registros de producción existentes en el departamento. Durante la recolección de datos, se realiza un estudio de tiempos del proceso de estampado de delanteros.
2. Con base en la información obtenida a partir de la recolección de datos se desarrolla un mapa de la cadena de valor de la situación actual del proceso de estampado de delanteros.
3. De acuerdo con el estudio de tiempos y la revisión de documentos y registros de producción se calcula el indicador global de la eficiencia de la maquinaria de estampado de delanteros con ayuda de un software en línea.
4. Después de la elaboración del VSM del estado actual del proceso de estampado de delanteros y del cálculo del índice OEE, se emplea la metodología de análisis de problemas para examinar y encontrar la causa raíz de la baja eficiencia de las máquinas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL, en dicha metodología se utilizan herramientas como el diagrama de lluvia de ideas, diagrama causa-efecto y diagrama de Pareto.
5. Una vez identificada la causa raíz del problema, se procede a la búsqueda de las posibles soluciones, mediante el uso de las herramientas: lluvia de ideas y diagrama cómo – cómo.
6. Después de encontrar las soluciones potenciales al problema, se desarrollan las propuestas y se describe la forma en que cada una de ellas es aplicada.

3.3 Hipótesis

La aplicación de un plan de conservación industrial a las máquinas automáticas de serigrafía del área de estampado de Comercializadora KETER S.A. de C.V. aumentará su eficiencia productiva.

Variable dependiente: Eficiencia productiva.

Variable independiente: Plan de conservación industrial.

3.4 Diseño y metodología de la investigación

El tipo de investigación utilizado para el desarrollo de este proyecto, en relación a los objetivos planteados es explicativa con un método de indagación mixto, ya que considera la recolección de datos cualitativa y cuantitativa.

El diseño de investigación contempla la recolección de datos, el análisis de la información obtenida y el desarrollo de propuestas de solución.

En la etapa del análisis de la información obtenida se utiliza una de las herramientas de la administración del mantenimiento denominada análisis de problemas para la cual se emplean los diagramas: lluvia de ideas, causa- efecto y Pareto.

3.5 Selección de la muestra

La muestra utilizada en esta investigación, es el personal que opera las máquinas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL las cuales realizan el proceso de estampado de delanteros en el área de estampado de la empresa Comercializadora KETER S.A. de C.V.

Hasta el momento se cuenta con 3 operarios por cada máquina serigráfica, por lo tanto, al haber dos máquinas existentes la muestra está representada por 6 operarios. Es importante mencionar que los operarios de estas máquinas no tienen una rotación de puesto.

3.6 Recolección de datos

La recolección de datos es la actividad base para el desarrollo de esta investigación, ya que a partir de la información obtenida se puede realizar el análisis y posterior solución al problema.

3.6.1 Selección del instrumento

El instrumento seleccionado para la recolección de datos es la entrevista informal no estructurada, observación del proceso, estudio de tiempos, revisión de documentos, manuales y registros de producción existentes en el departamento.

3.6.2 Aplicación del instrumento

La entrevista informal no estructurada se aplica de manera directa a los trabajadores que operan las máquinas automáticas de serigrafía de estampado de delanteros, la entrevista se realiza en base a preguntas no estructuradas sobre el funcionamiento y las principales fallas que presentan las máquinas durante el proceso de estampado, las respuestas obtenidas se registran de forma manual en un cuadernillo de apuntes.

Mediante recorridos en el área de estampado es posible observar el comportamiento del proceso, la funcionalidad y estado de la maquinaria, las principales operaciones y acciones de limpieza en el área. Durante el recorrido y la observación del proceso se toman fotografías como evidencia de dicho instrumento aplicado. Después de la observación de las principales operaciones es necesario realizar un estudio de tiempos del proceso de estampado de delanteros, en dicho estudio se registran los tiempos por operación y se calcula el estándar de cada uno, las lecturas son tomadas durante una semana con ayuda de un cronometro.

Para poder acceder a los documentos, manuales y registros de producción, es necesario solicitarlos a la gerencia de la empresa, esto se lleva a cabo mediante un proceso de aprobación, que consiste en:

Paso 1: acudir a recursos humanos para solicitar la información necesaria, este departamento se pone en contacto con recepción para hacer de su conocimiento que están siendo solicitados determinados archivos del dominio de la empresa.

Paso 2: recepción avisa a la gerencia de la solicitud de archivos y espera la respuesta de la misma.

Paso 3: cuando la gerencia aprueba esta solicitud, ordena a recepción entregar los archivos requeridos y permite la revisión de estos exclusivamente dentro de las instalaciones. Los aspectos importantes encontrados en cada uno de estos documentos se registran en un cuadernillo de apuntes para su posterior preparación y análisis. Los archivos proporcionados por la gerencia son regresados en tiempo y forma establecidos.

3.6.3 Preparación de datos

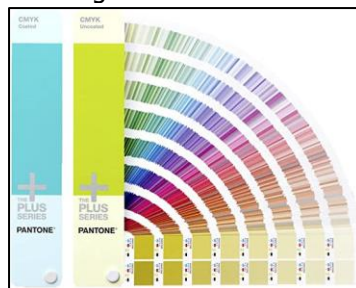
Después de haber recolectado los datos y la información necesaria para el presente proyecto se procede a su preparación obteniendo las tablas, gráficas y figuras que se describen en los siguientes apartados.

3.6.3.1 Descripción del proceso

El flujograma describe el proceso de estampado de delanteros. Algunos de los conceptos mencionados en el diagrama son descritos brevemente para un mejor entendimiento y claridad del mismo.

1. Pantone: guía para la selección de gama de colores que permite conocer las mezclas adecuadas para obtener los colores a utilizar en los estampados.

Figura 15 Pantone



Fuente: 18 Elaboración propia

2. Marco: estructura de cuatro lados que sostiene firmemente la malla tensada por la que se dosifica la aplicación de tinta a los delanteros.

Figura 16 Cuadros para serigrafiado



Fuente: 19 Elaboración propia

3. Paletas de máquina serigráfica: componente de la máquina serigráfica que permite colocar los delanteros sobre ella para el proceso de estampado.

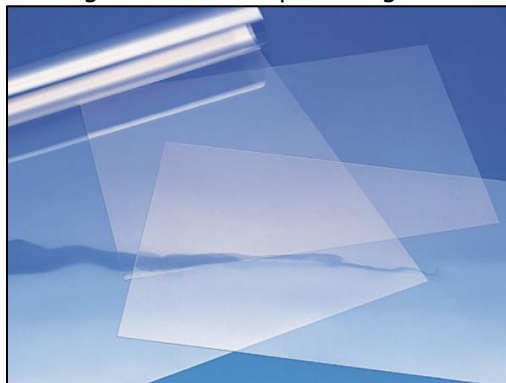
Figura 17 Paletas de máquina serigráfica



Fuente: 20 Elaboración propia

4. Acetato: material transparente que se emplea como soporte de impresión de los diseños de estampado.

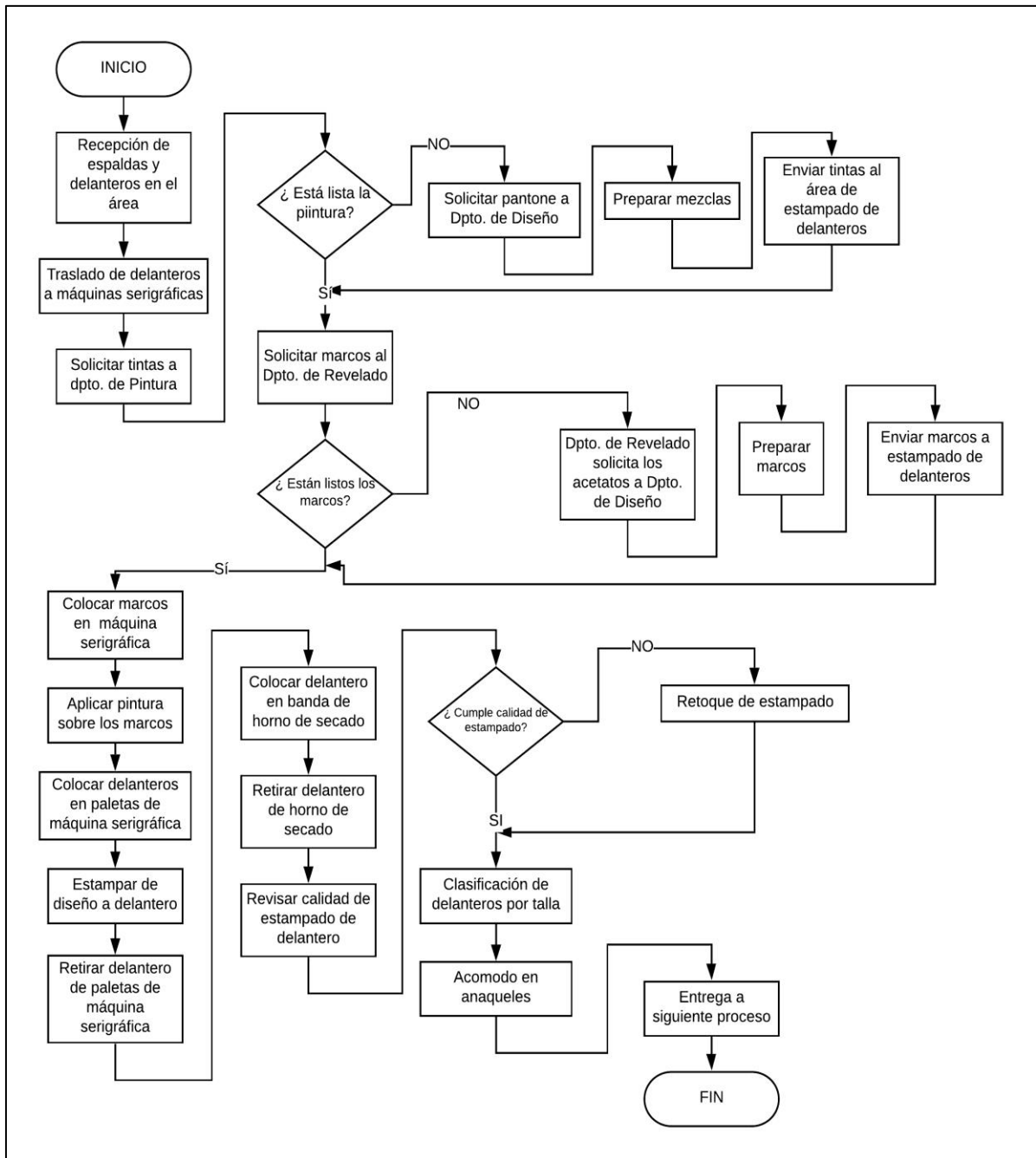
Figura 18 Acetato para serigrafía



Fuente: 21 Elaboración propia

El diagrama de flujo únicamente contempla las operaciones principales del proceso de estampado delantero y no describe los procesos externos que proporcionan los insumos para el desarrollo del proceso principal, como son la creación de tintas, pantone, revelado y preparación de marcos.

Figura 19 Diagrama de flujo del proceso del área de estampado de delanteros



Fuente: 22 Elaboración propia

3.6.3.2 Registros de producción del área de estampado

Los datos obtenidos en la revisión de documentos y registros de producción se describen a continuación.

Los registros de producción que son contemplados para esta investigación es la producción del cliente HYBRID, ya que es la marca con mayores índices de estampados de delanteros. El reporte de exportación por mes de los años 2018 y 2019 de este cliente se muestra en la siguiente tabla:

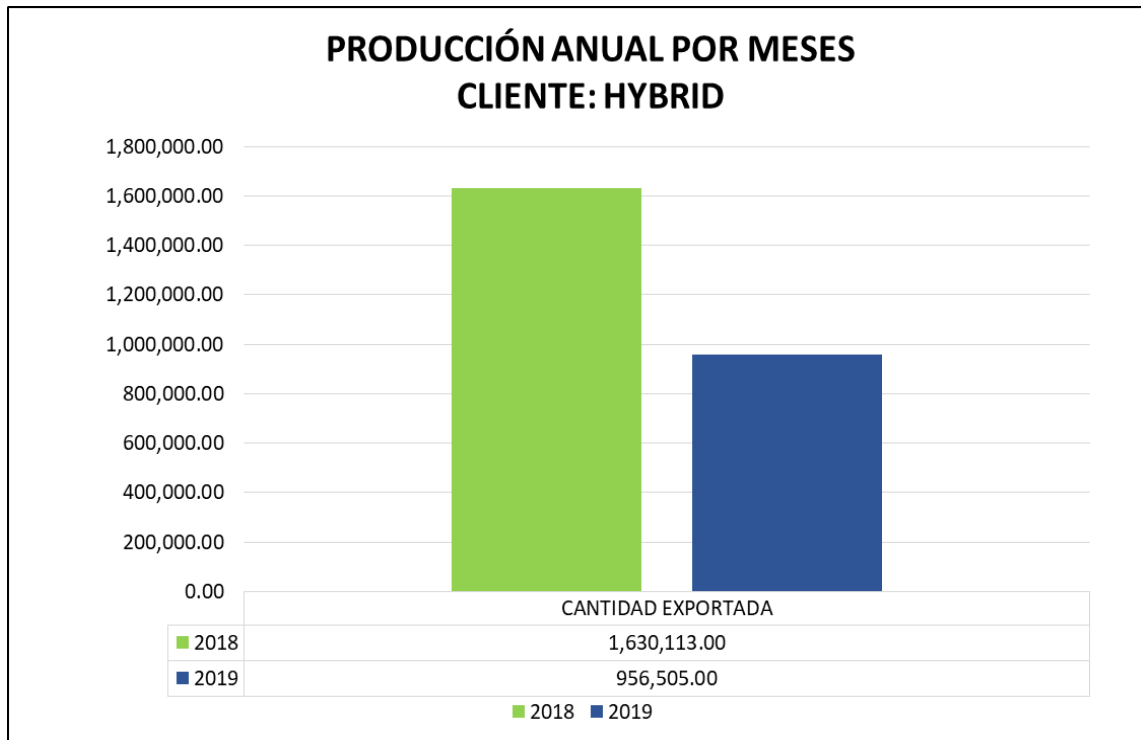
Tabla 4 Reporte de producción de los años 2018-19 del cliente HYBRID

REPORTE DE PRODUCCIÓN POR MES CLIENTE: HYBRID		
MES	CANTIDAD EXPORTADA	
	2018	2019
ENERO	224,892	0
FEBRERO	149,983	54,687
MARZO	283,088	146,519
ABRIL	243,653	0
MAYO	200,254	55,433
JUNIO	102,071	86,363
JULIO	123,247	50,219
AGOSTO	72,792	75,010
SEPTIEMBRE	32,071	47,278
OCTUBRE	14,274	27,531
NOVIEMBRE	61,428	195,984
DICIEMBRE	122,360	217,481
TOTAL	1,630,113	956,505

Fuente: 23 Comercializadora KETER S.A. DE C.V.

En la tabla anterior se puede observar que la producción en el año 2018 es mayor a la cantidad exportada del año 2019. Este comportamiento se aprecia con mejor claridad en la siguiente grafica de barras.

Grafica 1 Producción anual por meses del cliente HYBRID



Fuente: 24 Comercializadora KETER S.A. DE C.V.

3.6.3.3 Tiempo estándar por operación

Una vez identificadas las principales operaciones del proceso se registran los tiempos estándar por operación de la situación actual, el tipo de diseño considerado en el presente estudio es de un arte de 10 tintas, este diseño es uno de los que más se procesa en el área.

En las siguientes tablas se muestran los tiempos cronometrados, los suplementos para el operario, además de la calificación de la actuación o desempeño del trabajador. Esto con la finalidad de obtener los tiempos estándar de cada actividad.

La operación de recepción de prendas armadas o delanteros al área de estampado, ya sea provenientes del área de corte, directamente del cliente o del área de blanks de la planta, tiene un tiempo estándar de 4 minutos, tal como se muestra en la siguiente figura:

Tabla 5 Tiempo estándar de recepción de prendas armadas o delanteros

Operación: Recepción de prendas armadas o delanteros											
Corridas (Seg)										Datos	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio (Seg)	Promedio (Min)
126.48	128.7	125.2	257.87	202.1	134.5	111.4	119.6	797.8	845.21	189.2	3.15
Suplementos (%)			Calificación de la actuación								
Hombre	9		Habilidad	C2		0.03					
Proceso complejo	1		Esfuerzo	C1		0.05					
Trabajo de pie	2		Condiciones	C		0.02					
Levantar peso	3		Consistencia	D		0					
	Σ 15					Σ 0.1					
	0.15					0.1					
	1.15					1.10					
Tiempo estándar en minutos:			4.0								
Tiempo estándar en segundos:			239.4								

Fuente: 25 Elaboración propia con información del área de estampado

En el área de tintas se lleva a cabo la preparación de la pintura de acuerdo al tipo de color y al pantone establecido, en esta acción de manera previa el área de diseño gráfico debe separar los colores del arte para enviarlos al área de tintas con la finalidad de hacer posible la preparación, esta operación arroja un tiempo estándar de 10.7 minutos tal como se muestra a continuación:

Tabla 6 Tiempo estándar de la preparación de tintas

Operación: Preparación de tintas											
Corridas (Seg)										Datos	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio (Seg)	Promedio (Min)
325.45	426.25	657.84	795.12	860.24	546.15	978.26	357.98	471.58	1256.3	509.3	8.49
Suplementos (%)			Calificación de la actuación								
Hombre	9		Habilidad	D		0					
Gran precisión	5		Esfuerzo	D		0					
Proceso muy complejo	8		Condiciones	C		0.02					
	0		Consistencia	C		0.01					
	Σ 22					Σ 0.03					
	0.22					0.03					
	1.22					1.03					
Tiempo estándar en minutos:			10.7								
Tiempo estándar en segundos:			640								

Fuente: 26 Elaboración propia con información del área de estampado

El tiempo estándar para la actividad de la creación del diseño de 10 tintas arroja un tiempo estándar de 57.12 minutos:

Tabla 7 Tiempo estándar para la creación del diseño

Operación: Creación del diseño											
Corridas (Seg)										Datos	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio (Seg)	Promedio (Min)
2240.21	1147.23	1879.25	2157.14	1796.25	2891.47	3587.10	3865.12	1574.56	1124.75	1727.3	28.79
Suplementos (%)						Calificación de la actuación					
Hombre	9					Habilidad	C1	0.6			
Trabajo a pie	2					Esfuerzo	D	0			
Gran precisión	5					Condiciones	D	0			
Proceso muy complejo	8					Consistencia	D	0			
	Σ 24						Σ	0.6			
	0.24							0.6			
	1.24							1.6			
Tiempo estándar en minutos:			57.12								
Tiempo estándar en segundos:			3427								

Fuente: 27 Elaboración propia con información del área de estampado

La recuperación de los marcos para las máquinas automáticas de serigrafía, consiste en el desmanchado de los marcos, lavado de los mismos, aplicación de sustancias que son necesarias para hacer posible la recuperación correcta de los marcos, esta operación registra un tiempo estándar de 8.82 minutos por marco tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8 Tiempo estándar de la recuperación de marcos

Operación: Recuperación de marcos											
Corridas (Seg)										Datos	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio (Seg)	Promedio (Min)
536.2	458.24	458.78	468.54	578.21	796.21	687.25	436.51	352.14	982.4	442.0	7.37
Suplementos (%)						Calificación de la actuación					
Hombre	9					Habilidad	C2	0.03			
Trabajo de pie	2					Esfuerzo	D	0			
Ruido intermitente	2					Condiciones	C	0.02			
	13					Consistencia	C	0.01			
	Σ 0.13						Σ	0.06			
	0.13							0.06			
	1.13							1.06			
Tiempo estándar en minutos:			8.82								
Tiempo estándar en segundos:			529.42								

Fuente: 28 Elaboración propia con información del área de estampado

La siguiente tabla denota el tiempo estándar para el registro de las máquinas de serigrafía, esta es una de las más complicadas y requiere de mayor tiempo para poder realizarla, consta del montaje de los 10 marcos necesarios para el diseño, una calibración correcta, el acomodo de la luz flash y la aplicación secuencial de las tintas. El tiempo estándar de esta operación es de 182.28 minutos.

Tabla 9 Tiempo estándar del registro de las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL

Operación: Registro de máquinas												
Corridas (Min)										Datos		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio (Seg)	Promedio (Min)	
115.24	141.25	147.25	148.9	189.27	126.57	156.32	651.2	151.2	110.4	7056.0	117.60	
Suplementos (%)			Calificación de la actuación									
Hombre	9		Habilidad	B2		0.08						
Trabajo a pie	2		Esfuerzo	B1		0.1						
Trabajo de precisión	5		Condiciones	B		0.04						
Trabajo complejo	8		Consistencia	B		0.03						
	Σ 24					Σ 0.25						
						0.25						
	1.24					1.25						
Tiempo estándar en minutos:			182.28									
Tiempo estándar en segundos:			10936.8									

Fuente: 29 Elaboración propia con información del área de estampado

Para todo tipo de producción es necesario de una prueba piloto, en este caso para el estampado de algún diseño siempre es necesario que se realicen prendas de muestra, para que sean revisadas y analizadas, con la finalidad de autorizar la producción del lote, esta actividad asciende a un tiempo estándar de 3.48 minutos por prenda, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10 Tiempo estándar de la autorización de la prueba piloto

Operación: Autorización de la prueba piloto												
Corridas (Seg)										Datos		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio (Seg)	Promedio (Min)	
204.2	248.25	198.4	151.45	207.78	168.25	267.48	211.36	178.4	165.24	158.2	2.64	
Suplementos (%)			Calificación de la actuación									
Mujer	11		Habilidad	D		0						
Gran precisión	5		Esfuerzo	C2		0.02						
trabajo de concentracion	5		Condiciones	B		0.04						
	0		Consistencia	B		0.03						
	Σ 21					Σ 0.09						
	0.21					0.09						
	1.21					1.09						
Tiempo estándar en minutos:			3.48									
Tiempo estándar en segundos:			208.6									

Fuente: 30 Elaboración propia con información del área de estampado

La siguiente tabla señala los suplementos necesarios para el operador de las máquinas, así como también la calificación de su actuación y el tiempo estándar de la operación de estampado de delanteros.

Tabla 11 Tiempo estándar de estampado de delanteros

Operación: Estampado de delanteros											
Corridas (Seg)										Datos	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio (Seg)	Promedio (Min)
214.52	211.5	312.12	318.78	216.35	118.56	315.32	345.12	78.23	215.21	192.2	3.20
Suplementos (%)						Calificación de la actuación					
Hombre			7			Habilidad			D 0		
T. de cierta precisión			0			Esfuerzo			B1 0.1		
Trabajo a pie			2			Condiciones			D 0		
						Consistencia			D 0		
			Σ 9						Σ 0.1		
			1.09						1.01		
Tiempo estándar en minutos:				3.53							
Tiempo estándar en segundos:				211.6							

Fuente: 31 Elaboración propia con información del área de estampado

3.6.3.4 Mapa de la cadena de valor del estado actual

Para la elaboración del VSM es necesario determinar la demanda diaria del cliente HYBRID, utilizando los registros de producción de la tabla 4.

Para calcular la demanda diaria se considera 24 meses laborados durante los años 2018 y 2019, obteniendo como resultado:

$$Demanda\ mensual = \frac{1630113 + 956505}{24\ meses\ habiles} = 107775.75 \approx 107776\ Prendas\ estampadas$$

$$Demanda\ diaria = \frac{107776}{20\ dias\ habiles\ por\ mes} = 5388.8 \approx 5389\ Prendas\ estampadas$$

De los registros derivados, se obtiene los tiempos acumulados por lote de 5389 piezas de un diseño de 10 tintas, tomando en cuenta que ciertas operaciones solo se realizan una vez, la información se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12 Tiempos estándar de estampado de delanteros, para un lote de 5389 prendas

Proceso	Tiempo estándar por operación en min.	Tiempo total en min. para una demanda diaria de 5389 p.
Creación del diseño (1 vez)	57.12	57.12
Recuperación de marcos (10 marcos)	8.82	88.2
Creación de tintas (10 tintas)	10.7	107
Registro de maquinas (1 vez)	182.28	182.28
Autorización (1 vez)	3.48	3.48
Estampado de delanteros (5389 p)	3.53	1902.317
Tiempo total para un lote de 5389 prendas de 10 tintas		2340.397

Fuente: 32 Elaboración propia con información del área de estampado

En la operación del estampado de los delanteros para las 5389 piezas del lote, se contempla que en un periodo de 3.53 minutos que dura un ciclo de la máquina, se producen 10 prendas, por lo tanto:

$$\frac{5389}{10 \text{ Playeras}} = 538.9 \text{ Ciclos de la máquina}$$

$$538.9 \text{ ciclos} * 3.53 \text{ Min} = 1902.317 \text{ Min. para estampar los delanteros}$$

$$1902.317 \text{ min. para estampar delanteros} + 438.08 \text{ min. de las demas operaciones} = 2340.397 \approx 2340 \text{ Min. para procesar 5389 prendas}$$

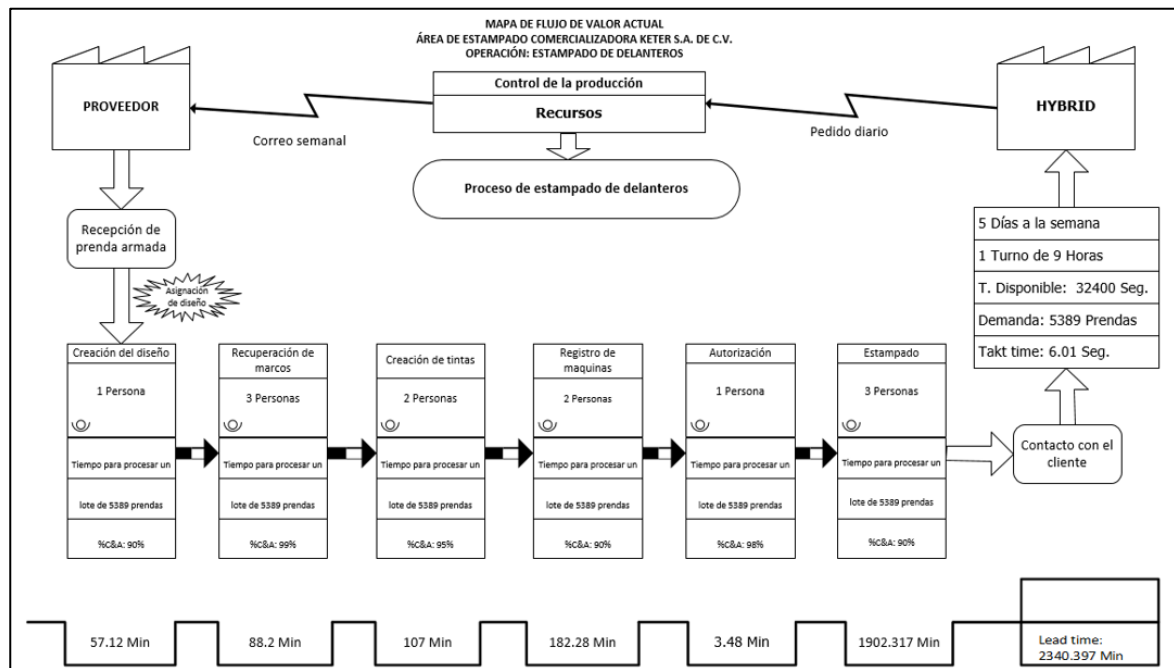
$$\frac{2340 \text{ Min.}}{60 \text{ Min.}} = \frac{39 \text{ Hrs.}}{9 \text{ Hrs. de turno}} = 4.33 \text{ Turnos de 9 hrs. para producir las 5389 prendas}$$

$$\frac{5389 \text{ Prendas}}{39 \text{ Hrs.}} = 138.17 \text{ Prendas cada hora}$$

$$\frac{138.17 \text{ Prendas por hora}}{60 \text{ Min.}} = 2.30 \text{ Prendas por minuto}$$

A partir de la información anterior, se elabora el siguiente mapa de la cadena de valor de la situación actual del proceso de estampado de delanteros. El diseño obtenido se muestra en la figura 20.

Figura 20 Mapa de la cadena de valor del proceso de estampado de delanteros



Fuente: 33 Elaboración propia con información del área de estampado

La capacidad actual del proceso asciende a producir 2.30 prendas por minuto, es decir 26.08 segundos por prenda, mientras que el TAKT TIME del mapa de la cadena de valor señala que para poder satisfacer la demanda del cliente HYBRID se debe estampar una prenda cada 6.01 segundos. El lead time actual es de 2340.397 minutos.

Tomando en cuenta y una vez analizado el mapa de la cadena de valor del estado actual, la operación más tardía es la del estampado de los delanteros la cual afecta a la productividad del proceso de estampado, de esta manera es la actividad analizada posteriormente, para poder determinar las causas que originan la baja eficiencia de la maquinaria.

3.6.3.5 Indicador global de la eficiencia de la maquinaria

Para la realización de este indicador se toma como base la producción de estampado de delanteros de una semana para conseguir un promedio preciso de producción diario, durante la semana de observación se estampan diseños desde una tinta hasta 14 colores.

La información empleada para la elaboración del indicador OEE es la que muestra a continuación:

Figura 21 Datos para la elaboración del indicador OEE

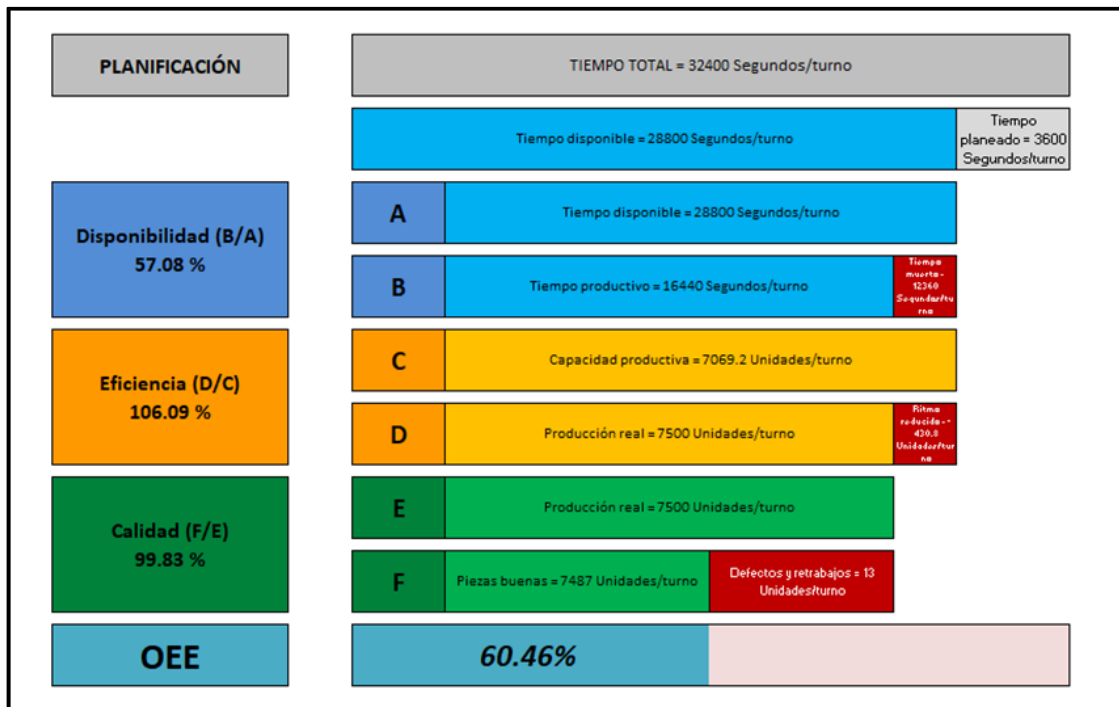
Unidad de tiempo	Segundos				
Tiempo estándar de fabricación	0.43	Unidades/segundo	Tiempo disponible	28800	Segundos/turno
Tiempo por turno	32400	Segundos/turno	Tiempo muerto	12360	Segundos/turno
Tiempo planeado (comidas, reuniones, juntas, etc.)	3600	Segundos/turno	Tiempo productivo	16440	Segundos/turno
Tiempo de paradas	1200	Segundos/turno	Tiempo eficiente	17442	Segundos/turno
Tiempo de alistamiento	5400	Segundos/turno	Disponibilidad	57.08%	Tasa
Tiempo de cambios	5400	Segundos/turno	Capacidad productiva	7069.2	Unidades/turno
Tiempo de esperas	360	Segundos/turno	Eficiencia	106.09%	Tasa
Producción real	7500	Unidades/turno	Calidad	99.83%	Tasa
Número de unidades defectuosas	5	Unidades/turno	Tiempo de calidad	17411.6279	Segundos/turno
Número de unidades remanufacturadas	8	Unidades/turno	OEE	60.46%	

Fuente: 34 Elaboración propia con información del área de estampado

3.6.3.6 OEE de las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL

De acuerdo al indicador OEE la eficiencia de las máquinas de serigrafía se muestra en la siguiente figura:

Figura 22 Indicador OEE de las máquinas automáticas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL



Fuente: 35 Elaboración propia con información del área de estampado

De acuerdo a los cálculos obtenidos mediante un calculador online se tiene que la disponibilidad (B/A) de las máquinas está en el 57.08%, mientras que su eficiencia (D/C) se encuentra en 106.09% y la calidad (F/E) de 99.83%. *Obteniendo una eficiencia global del equipo de 60.46%.*

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Calidad}$$

Basado en la tabla 3 Clasificación de OEE contenida en el capítulo 2, este porcentaje se encuentra dentro del rango REGULAR, y se considera permisible con la única condición de que en el área se esté implementando un proceso de mejora. Sin embargo, como en el área de estampado de delanteros no se está desarrollando ninguna herramienta para la mejora continua, este porcentaje pasa a ser

considerado como INACEPTABLE. Es importante destacar que, en el segundo caso, esto representa pérdidas económicas y una baja eficiencia productiva.

En la siguiente figura se muestra la información del fabricante donde estipula que las máquinas poseen una capacidad máxima de producción de 1200 unidades por hora.

Figura 23 Información de las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL

ROQPRINT ECO	P12 L	P14 L	P16 L	P12 XL	P14 XL	P16 XL	P18 XL	P20 XL								
nº de colores (max.)	10	12	14	10	12	14	16	18								
nº de paletas	12	14	16	12	14	16	18	20								
nº max. conexiones de presecados (opcional)	5	6	7	5	6	7	8	9								
medida max. de estampado útil (mm/°)	450 x 550 / 18° x 22°			500 x 700 / 20° x 28°												
medida max. de pantalla (mm/°)	600 x 900 / 24° x 35°			660 x 1050 / 26° x 39°												
medida max. perfil pantalla (mm/°)				50 x 50 / 2° x 2°												
precisión de registro (mm/°)				+0.025 / 0.001°												
producción máxima (piezas/h) **	1300				1200											
consumo de aire comprimido (l/min. 7 bar) ***	20 l/min - 0.7 cfm + número de cada cabezal															
consumo máximo (kVA) ****	10	11	12	10	11	12	13	15								
diámetro de la máquina (mm/°)	A 4600 / 15.1°		5020 / 16.5°		5420 / 17.8°		5220 / 17.1°		5620 / 18.4°		6020 / 19.6°		6530 / 21.4°		6900 / 22.7°	
altura total (mm/°)	B				2500 / 8.2°						2550 / 8.4°					
diámetro de la base (mm/°)	1670 / 5.5°		1920 / 6.6°		2020 / 6.6°		1670 / 5.5°		1920 / 6.6°		2020 / 6.6°		2300 / 7.5°			

Fuente: 36 Manuales ROQ CREATION SOLUTIONS

Realizando un comparativo de producción entre el cálculo obtenido de eficiencia productiva y la cantidad de producción establecida en el manual de la máquina, se puede concluir que la eficiencia está por debajo de los niveles preestablecidos.

3.7 Análisis de datos

Una vez preparados los datos se procede a su análisis a través de la herramienta de administración del mantenimiento denominada análisis de problemas que incluye la utilización de los diagramas: lluvia de ideas y cómo-cómo.

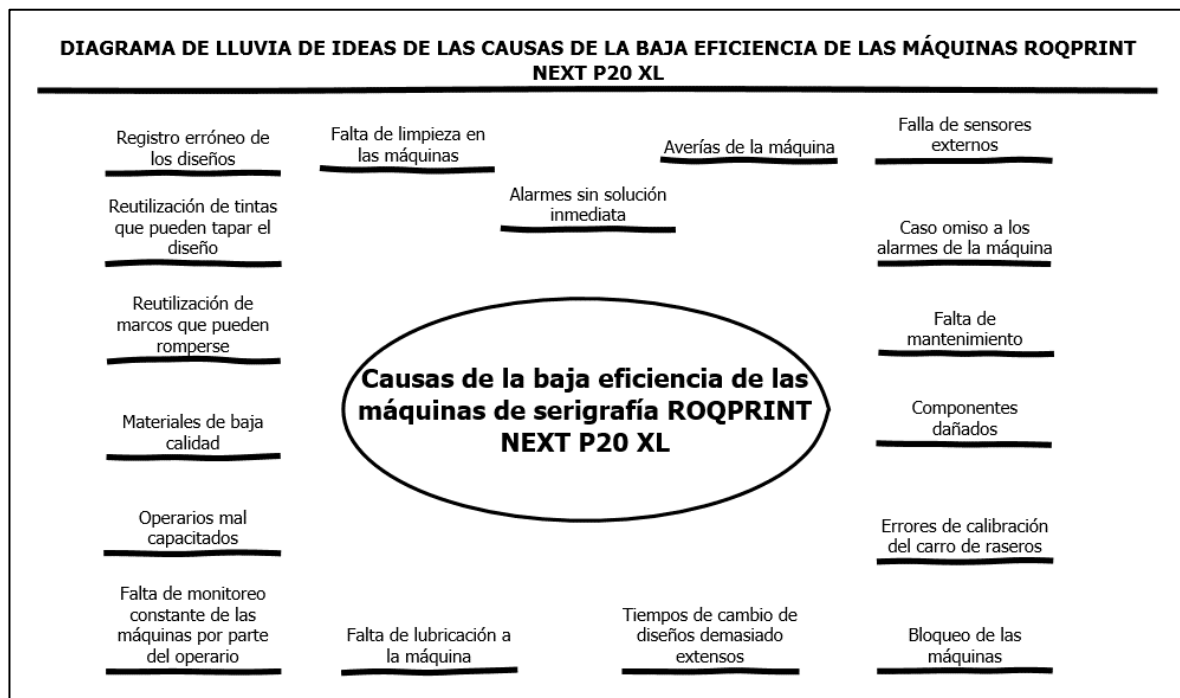
3.7.1 Análisis de problemas

A través del empleo de esta herramienta se puede analizar de manera precisa las causas de la baja eficiencia productiva de la maquinaria en cuestión, para esto se utilizan: el diagrama de lluvia de ideas, diagrama de Pareto y diagrama de causa-efecto.

3.7.1.1 Lluvia de ideas

Para elaborar este diagrama es necesaria la ayuda del personal que opera las máquinas, con la finalidad de deducir las posibles causas de la baja eficiencia de las máquinas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL, la información obtenida es la que se muestra en el siguiente diagrama.

Figura 24 Diagrama de lluvia de ideas de las causas de la baja eficiencia de la maquinaria



Fuente: 37 Elaboración propia con información del departamento de estampado

Las causas enlistadas en el diagrama anterior son las más apegadas a la problemática existente, además que solo están relacionadas directamente con las máquinas de serigrafía y su eficiencia productiva.

3.7.1.2 Diagrama causa - efecto

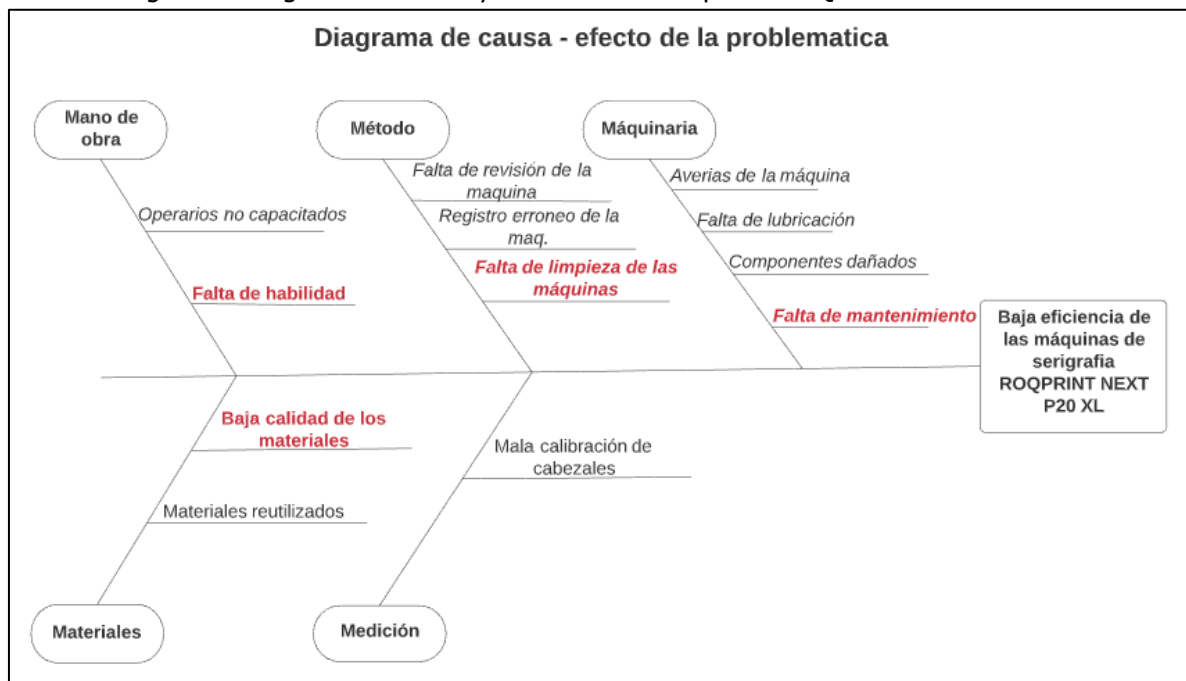
La finalidad del uso de este diagrama es encontrar la causa raíz de la baja eficiencia de las máquinas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL. Para la construcción de este diagrama, se extraen las causas consideradas de mayor importancia en el diagrama de lluvia de ideas previamente realizado y se examinan los indicios obtenidos de la

entrevista informal no estructurada a los operarios del área acerca de las causas de fallo de la máquina que se presentan con mayor frecuencia.

Cabe mencionar que la estructura del diagrama Ishikawa considera 6'M para su construcción: Métodos, Materiales, Mano de Obra, Medio Ambiente, Maquinaria y Medición. Para el caso del análisis de este problema solo se identifican causas de 5 de ellas, siendo la rama del Medio Ambiente la que no tuviera ninguna influencia sobre el problema a resolver.

El diagrama de Causa-efecto se muestra a continuación.

Figura 25 Diagrama de causa y efecto de las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL



Fuente: 38 Elaboración propia con ayuda del personal del área de estampado

Para seleccionar de manera precisa las principales causas de la baja eficiencia de las máquinas de serigrafía se solicita la ayuda del personal con mayor experiencia en la operación de estas, y así determinar que causas tienen mayor impacto sobre la baja eficiencia de las máquinas. Dichas causas son las siguientes:

- Falta de habilidad del operario.
- Baja calidad de los materiales para el estampado.

- Falta de limpieza de las máquinas serigráficas.
- Falta de mantenimiento de las máquinas de serigrafía.

3.7.1.3 Diagrama de Pareto

Después de identificar las causas potenciales en el diagrama causa – efecto se procede al análisis del número de paros registrados en un mes a consecuencia de cada una de estas causas. Esta información se muestra en la siguiente tabla.

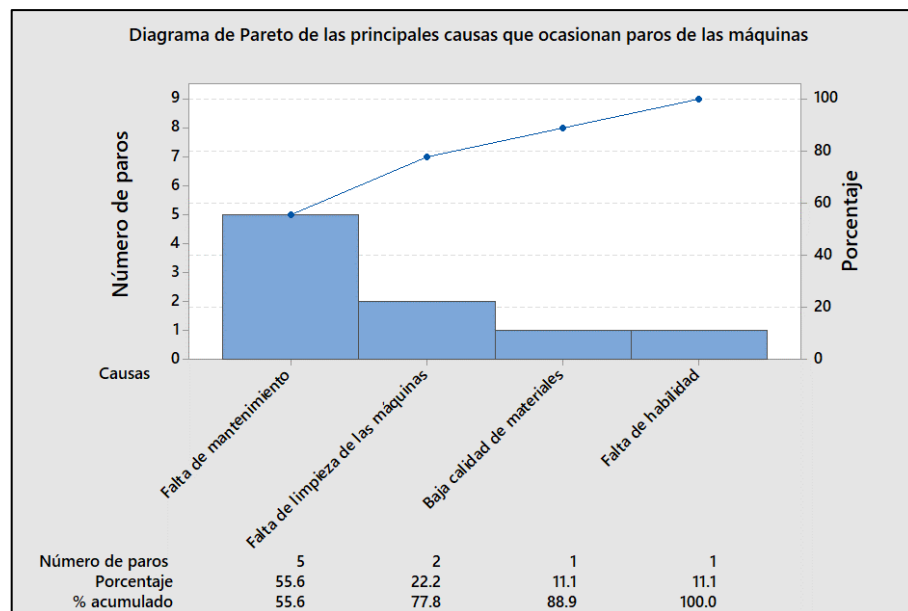
Tabla 13 Análisis de número de paros en un mes

Causas	Número de paros en un mes en función de la causa
Falta de habilidad	1
Baja calidad de materiales	1
Falta de limpieza de las máquinas	2
Falta de mantenimiento	5

Fuente: 39 Elaboración propia

Una vez obtenido este análisis se procede a la elaboración del diagrama de Pareto con la información resultante.

Figura 26 Diagrama de Pareto de las causas de paros de las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL



Fuente: 40 Elaboración propia

De las principales causas que originan los paros en las máquinas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL, la falta de mantenimiento y la falta de limpieza representan el 77.8% del total de paros. Al ser las causas con mayores porcentajes de impacto se realiza la búsqueda de las posibles soluciones que permitan el incremento de la eficiencia de las máquinas.

A continuación, se presentan las propuestas de solución a las principales causas de esta problemática.

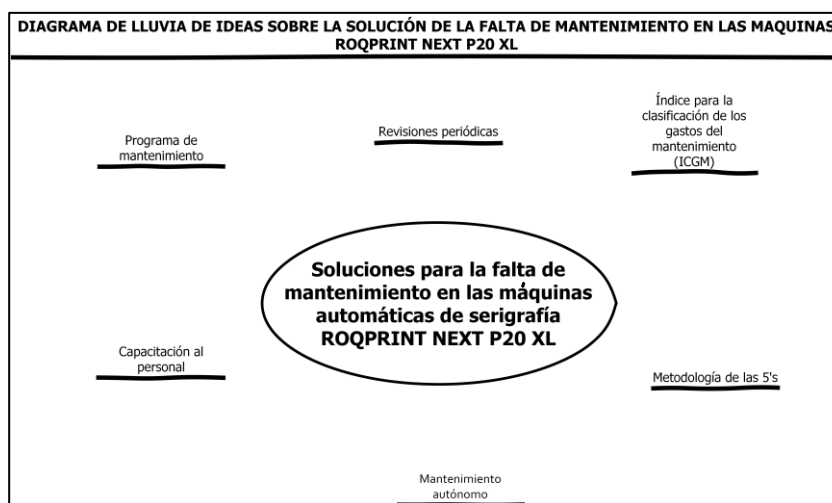
3.7.2 Propuestas de solución

Para la búsqueda de la solución a las causas de mayor impacto que ocasionan la baja eficiencia de la máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL se utilizan herramientas para la solución de problemas como: el diagrama de lluvia de ideas y el diagrama cómo – cómo.

3.7.2.1 Diagrama de lluvia de ideas

De acuerdo al diagrama de Pareto las principales causas a resolver son la falta de mantenimiento y la falta de limpieza de las máquinas, por lo que en el siguiente diagrama se toma la decisión de unificar ambas causas ya que se relacionan de manera directa, y buscar solución únicamente a la causa de *Falta de mantenimiento*.

Figura 27 Diagrama de lluvia de ideas sobre la solución a la falta de mantenimiento



Fuente: 41 Elaboración propia con apoyo del personal que labora en el área de estampado

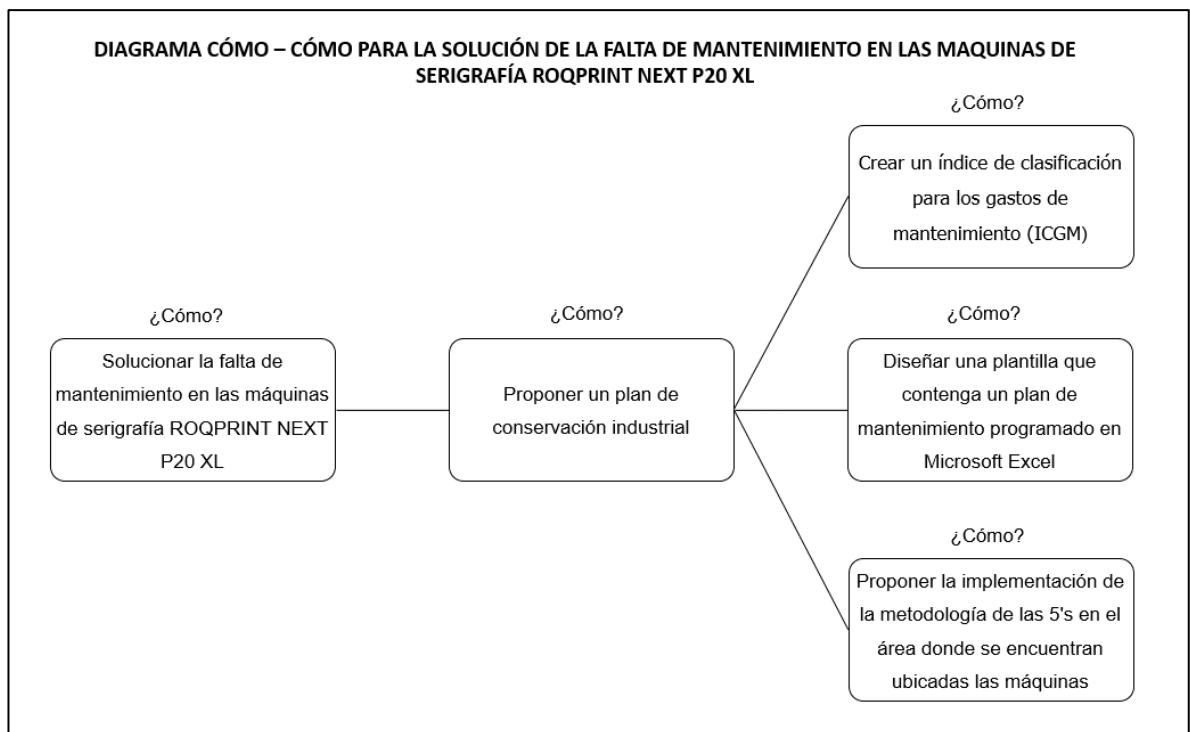
De acuerdo al diagrama de lluvia de ideas presentado anteriormente, se puede concluir que las posibles soluciones a la falta de mantenimiento son:

- Plan de Conservación Industrial.
- Plan de mantenimiento programado.
- Capacitación al personal que opera las máquinas serigráficas.
- Revisiones periódicas a las máquinas de serigrafía.
- ICGM (Índice de clasificación para los gastos de mantenimiento de la maquinaria).
- Metodología de las 5's para el proceso de estampado de delanteros.
- Mantenimiento autónomo.

3.7.2.2 Diagrama cómo - cómo

Una vez identificadas las posibles soluciones, es necesario emplear el diagrama cómo – cómo para evaluar la mejor propuesta de solución.

Figura 28 Diagrama cómo - cómo para la solución a la falta de mantenimiento a las máquinas



Fuente: 42 Elaboración propia

El análisis del diagrama cómo – cómo, ayuda a identificar la mejor solución a la falta del mantenimiento, que es la implementación de un plan de conservación industrial, que contenga: un ICGM, un plan de mantenimiento programado y la metodología de las 5´s, que contribuirán al aumento de la eficiencia productiva de la maquinaria.

3.7.3 Diseño de la propuesta de plan de conservación industrial

El plan de conservación industrial para las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL, consiste en: la creación de un índice de clasificación para los gastos de mantenimiento (ICGM), el diseño de una plantilla en Microsoft Excel que contenga un plan de mantenimiento programado, y por último para garantizar que el área de estampado de delanteros y la maquinaria se encuentren en óptimas condiciones se propone la implementación de la metodología 5's.

A continuación, se describe el contenido de los elementos que forman parte del plan de conservación industrial.

3.7.3.1 Código ICGM simplificado del área de estampado

El ICGM simplificado tiene como objetivo establecer el orden de prioridad para dar mantenimiento a las máquinas correspondientes del área de estampado, ponderadas de mayor importancia a las no tan esenciales.

Para la construcción del código ICGM se contempla un listado de la maquinaria existente en el área de estampado, a las cuales se les asigna una ponderación del 1 al 10 (siendo el 1 de menor prioridad y el 10 de mayor prioridad). Esta ponderación se utiliza para determinar el código máquina y código trabajo, estos códigos se multiplican para obtener el total de la ponderación de la máquina, para después a partir de esta cifra asignar el orden de prioridad de atención en caso de avería.

Para entender mejor la clasificación, en la siguiente tabla se muestra el código ICGM simplificado de la maquinaria.

Tabla 14 Código ICGM simplificado del área de estampado

Máquinaria perteneciente al área de estampado	Función de la maquinaria	Código máquina	Código trabajo	Total	Orden de prioridad
ASPE RAPID TAG LP-1C-2F-5PSQCSMM-L-R	Estampado de care label	8	8	64	3
MITSUBISHI GOT1000	Estampado de care label	8	8	64	
RAPID TAG XCK-J1	Estampado de care label	8	8	64	
MÁQUINA AUTOMÁTICA DE SERIGRAFÍA ROQPRINT NEXT P20 XL	Estampado de delanteros	10	9	90	1
MÁQUINA AUTOMÁTICA DE SERIGRAFÍA ROQPRINT NEXT P20 XL	Estampado de delanteros	10	9	90	
MÁQUINA MANUAL DE ESTAMPADO DE DELANTEROS CHAMELEON 5 COLORES	Estampado de muestras	8	7	56	4
MÁQUINA MANUAL DE ESTAMPADO DE DELANTEROS CHAMELEON 10 COLORES	Estampado de muestras	8	7	56	
MÁQUINA TRANSFER INSTA GRAPHIC SYSTEM	Estampado transfer	5	5	25	7
MÁQUINA TRANSFER INSTA GRAPHIC SYSTEM	Estampado transfer	5	5	25	
MÁQUINA TRANSFER INSTA GRAPHIC SYSTEM	Estampado transfer	5	5	25	
HORNO DE SECADO ROQ PRINT	Secado de prendas	8	7	56	4
MESA DE REVELADO O MESA DE VACÍO	Revelado de diseños	9	9	81	2
HIDROLAVADORA KARCHER	Desmanchado de marcos	8	7	56	4
PISTOLA DESMANCHADORA	Desmanchado de prendas	8	7	56	
COMPRESOR PRINCIPAL	Suministro de aire a presión a las máquinas	4	8	32	6
CISTERNA DE GAS LP	Suministro de gas a horno de secado	6	9	54	5

Fuente: 43 Elaboración propia de acuerdo a información del área de estampado

El área de estampado cuenta con dos máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL encargadas de estampar todos los delanteros, su adquisición tiene un costo elevado, por tal motivo se le asigna un código máquina 10, mientras que en el código trabajo se le aplica una calificación de 9 porque si presentan problemas deben ser atendidas urgentemente.

En el área, se cuenta con tres máquinas de estampado de care label (etiqueta de cuidado de la prenda), a las cuales se les asigna un código máquina número 8, esta designación es dada por el número de máquinas de este tipo existentes en el área. El código trabajo asignado a estas máquinas es de 8, debido a que la atención de fallas es de prioridad nivel 3 pues en caso de suscitarse una avería en alguna de

ellas existen dos más que seguirán desempeñando las operaciones indispensables para el proceso de care label.

La empresa cuenta con 3 máquinas TRANSFER INSTA GRAPHIC SYSTEM, las cuales solo son utilizadas de manera esporádica para el estampado de etiquetas transfer. El código máquina es 5 debido a que si una de ellas presenta fallas las otras dos pueden seguir operando, y un código trabajo 5 por que no son utilizadas con regularidad sin embargo es necesario mantenerlas en buenas condiciones para cuando se requiera su uso.

Otra de las máquinas dentro del área es el horno de secado para las prendas, al cual se le otorga un código máquina 8 en vista de que se cuenta con un horno de menor tamaño almacenado, y un código trabajo 7 que representa que dicha máquina requiere de acciones preventivas consideradas de menor urgencia al existir un repuesto.

En el caso del proceso de revelado se utiliza una mesa de vacío, el código máquina y código trabajo establecido para esta es de 9, porque solo se cuenta con una máquina de este tipo.

Para el proceso de recuperación de marcos solamente se utiliza una hidrolavadora marca KARCHER, sin embargo, se tiene otra almacenada que por el momento no se utiliza, por esta razón se le otorga un código máquina 8 y un código de trabajo 7 por no requerir medidas preventivas urgentes.

El código ICGM le permite a la organización conocer el orden de prioridad de atención a las averías presentadas en las máquinas y poder gestionar de manera anticipada los recursos para este fin, garantizando así la atención oportuna de la máquina, lo que se traduce en una reducción de los tiempos y costos ocasionados por paros imprevistos.

Esto permitirá a la organización saber cómo reaccionar cuando se suscite más de una falla durante el proceso en las diferentes máquinas.

3.7.3.2 Plan de mantenimiento programado

Una de las partes más importantes del plan de conservación industrial es el plan de mantenimiento programado, el cual se diseña mediante la utilización de Microsoft office Excel, donde se involucra la información de los manuales del fabricante de las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL, este programa contiene:

- Frecuencias para el mantenimiento preventivo de componentes importantes.
- Códigos de alarma por daños generales de la máquina y del variador de cabezales.
- Acciones de solución a los indicadores de alarma.

La plantilla del plan de mantenimiento programado se visualiza de la siguiente manera:

Figura 29 Plan de mantenimiento programado para las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL

PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO										SIMBOLOGÍA											
MÁQUINAS DE SERIGRAFÍA ROQPRINT NEXT P20 XL										PROXIMIDAD DE MANTENIMIENTOS				ESTATUS DE MANTENIMIENTO ANUAL							
INFORMACIÓN GENERAL		ÁREA: ESTAMPADO		ENCARGADO DE ÁREA:						LEJANO A LÍMITE				CERCANO AL LÍMITE				REALIZAR MANTENIMIENTO			
		TÉCNICO:								PROGRAMADO				NO FUE REALIZADO				REALIZADO			
MÁQUINA	MANTENIMIENTO	ACCIONES	PRIORIDAD	TIPO	CICLOS	PERIODICIDAD	FRECUENCIA														
							ENERO				FEBRERO				MARZO						
							Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4			
1	LUBRICACIÓN MOTORIZACIÓN	Sustitución del depósito de lubricación automática.	ALTA	N/A	ANUALMENTE																
		Lubricación del freno (sistema de guías)	ALTA	Cada 100,000 ciclos	-																
		CARRIO DE RASEROS (1 CILINDRO)	Lubricación	ALTA	Cada 500,000 ciclos	-															
		SUSTITUCIÓN CADENA MOTORIZACIÓN	Sustitución de la cadena de motorización	ALTA	Cada 1,000,000 ciclos	-															

Fuente: 44 Elaboración propia

Este plan está constituido por cuatro pestañas, la primera de ellas contiene el plan de mantenimiento programado para las dos máquinas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL, donde se especifica la frecuencia de cada acción de mantenimiento expresada en años o ciclos cumplidos por la máquina. La tabla muestra el estatus del mantenimiento en el periodo de un año, mediante una escala de colores. La simbología por colores representa:

- Verde: cuando la máquina todavía está lejos de llegar a cumplir el número de ciclos requeridos para realizar el mantenimiento.
- Amarillo: cuando la máquina está por arriba de la mitad de ciclos requeridos para llevar a cabo el mantenimiento.
- Rojo: cuando es urgente realizar el mantenimiento preventivo de las máquinas para evitar su mal funcionamiento.
- Cian: representa los mantenimientos programados que se llevan a cabo cada año.
- Azul: simboliza los mantenimientos *No Realizados* por alguna razón o circunstancia, igualmente para aquellos que se llevan a cabo cada año.
- Azul oscuro: cuando este color esta representado en la tabla, significa que el mantenimiento se realiza satisfactoriamente.

Dicho plan se llena de forma manual, respetando las indicaciones establecidas en el formato. Para el caso de los mantenimientos con una frecuencia anual se debe escribir dentro de la celda la leyenda:

- REALIZADO si el mantenimiento ya es llevado a cabo.
- PROGRAMADO si ya se ha agendado una fecha para hacerlo.
- NO REALIZADO si este no es llevado a cabo.

A partir del llenado de dichas celdas, el color de relleno cambia de: cian, azul y azul oscuro.

Para el caso de los mantenimientos que se llevan a cabo a partir del cumplimiento de cierto número de ciclos, es necesario realizar previamente el llenado manual de los *Registros Diarios* de ciclos acumulados por cada máquina al final de la jornada laboral.

Los formatos de Registro Diario de los ciclos acumulados, se encuentran contenidos en la hoja 2 para la máquina 1 y en la hoja 3 para la máquina 2, estos formatos se muestran a continuación.

Figura 30 Formato de registro diario de los ciclos acumulados

REGISTRO DIARIO DE CICLOS ACUMULADOS DE MÁQUINA 1 ROQ PRINT NEXT P20 XL																	
AÑO 2020																	
Semana	Enero							100,000 CICLOS			500,000 CICLOS			1,000,000 CICLOS			
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Valor acumulado al final de la semana	Multiplo próximo (100,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (500,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (1,000,000)	Ciclos restantes	Indicador
1	390000	410000	430000	411000	432000	440000	444000	444000	500000	55960	VERDE	500000	55960	ROJO	1000000	555960	VERDE
2	490000	510000						510000	600000	90000	VERDE	1000000	490000	VERDE	1000000	490000	AMARILLO
3								0	0	0		0	0		0	0	
4								0	0	0		0	0		0	0	
Febrero																	
Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Valor acumulado al final de la semana	Multiplo próximo (100,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (500,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (1,000,000)	Ciclos restantes	Indicador
1								0	0	0		0	0		0	0	
2								0	0	0		0	0		0	0	
3								0	0	0		0	0		0	0	
4								0	0	0		0	0		0	0	
Marzo																	
Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Valor acumulado al final de la semana	Multiplo próximo (100,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (500,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (1,000,000)	Ciclos restantes	Indicador
1								0	0	0		0	0		0	0	
2								0	0	0		0	0		0	0	
3								0	0	0		0	0		0	0	
4								0	0	0		0	0		0	0	
Abril																	
Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Valor acumulado al final de la semana	Multiplo próximo (100,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (500,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (1,000,000)	Ciclos restantes	Indicador
1								0	0	0		0	0		0	0	
2								0	0	0		0	0		0	0	
3								0	0	0		0	0		0	0	
4								0	0	0		0	0		0	0	
REGISTRO DIARIO MAQ 1 REGISTRO DIARIO MAQ 2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO																	

REGISTRO DIARIO DE CICLOS ACUMULADOS DE MÁQUINA 2 ROQ PRINT NEXT P20 XL																	
AÑO 2020																	
Semana	Enero							100,000 CICLOS			500,000 CICLOS			1,000,000 CICLOS			
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Valor acumulado al final de la semana	Multiplo próximo (100,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (500,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (1,000,000)	Ciclos restantes	Indicador
1	390000	230000	280000	281000	293000	293500	294000	390000	400000	10000	ROJO	500000	110000	AMARILLO	1000000	610000	VERDE
2	294100	297000	299000	301000	302500	303200	303500	390000	400000	96500	VERDE	500000	196500	AMARILLO	1000000	696500	VERDE
3	1000	2000	3000	4000	10000	140000	181000	181000	200000	15000	AMARILLO	500000	315000	VERDE	1000000	815000	VERDE
4			311000	312000	313000	314000	315000	315000	400000	85000	VERDE	500000	185000	AMARILLO	1000000	685000	VERDE
Febrero																	
Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Valor acumulado al final de la semana	Multiplo próximo (100,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (500,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (1,000,000)	Ciclos restantes	Indicador
1								0	0	0		0	0		0	0	
2								0	0	0		0	0		0	0	
3								0	0	0		0	0		0	0	
4								0	0	0		0	0		0	0	
Marzo																	
Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Valor acumulado al final de la semana	Multiplo próximo (100,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (500,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (1,000,000)	Ciclos restantes	Indicador
1								0	0	0		0	0		0	0	
2								0	0	0		0	0		0	0	
3								0	0	0		0	0		0	0	
4								0	0	0		0	0		0	0	
Abril																	
Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Valor acumulado al final de la semana	Multiplo próximo (100,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (500,000)	Ciclos restantes	Indicador	Multiplo próximo (1,000,000)	Ciclos restantes	Indicador
1								0	0	0		0	0		0	0	
2								0	0	0		0	0		0	0	
3								0	0	0		0	0		0	0	
4								0	0	0		0	0		0	0	
REGISTRO DIARIO MAQ 1 REGISTRO DIARIO MAQ 2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO																	

Fuente: 45 Elaboración propia

Los resultados obtenidos en estos registros, se encuentran vinculados al plan de mantenimiento programado, el cual irá cambiando en relación al cumplimiento del número de ciclos de cada máquina, de forma que sirva como un indicador (colores) que alerte sobre el periodo de tiempo en que debe ser realizado cada mantenimiento.

La cuarta pestaña u hoja de Excel, muestra una herramienta de búsqueda de acciones de solución a cada uno de los alarmes que pueda presentar la máquina o el variador según lo estipulado en el manual del fabricante de las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL. Dicha herramienta facilita el proceso de búsqueda de soluciones cuando se presenta una alarma en las máquinas, permitiendo al operador conocer las opciones de solución que puede realizar en ese momento. Para utilizar

dicha herramienta el operario debe desplegar las listas predeterminadas, de acuerdo al tipo de alarma, ya sea general o del variador, y elegir el nombre o código de la falla, en seguida se mostrarán un listado de acciones de solución que el operario deberá aplicar en la máquina. En caso de que las opciones presentadas no funcionen deberá notificar al encargado para que la empresa contacte al fabricante.

Figura 31 herramienta de búsqueda de acciones de solución



Fuente: 46 Elaboración propia

La figura anterior muestra el formato en el que se presenta la herramienta de búsqueda de soluciones a los alarmes de las máquinas.

3.7.3.3 Propuesta de implementación de la metodología de las 5's

En primera instancia es necesario describir la problemática que se presenta durante el proceso de estampado de delanteros. En dicho proceso se utiliza dos máquinas automáticas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL estas máquinas presentan una baja eficiencia productiva a causa de la falta de mantenimiento.

Como complemento para la propuesta del plan de conservación industrial de las máquinas se propone la implementación de la metodología de las 5's. El primer paso propuesto para la implementación de la metodología 5's, es convocar a una reunión a todo el personal del proceso de estampado de delanteros, con motivo de informar los detalles de la implementación y acciones de seguimiento.

A partir del conocimiento adquirido durante el proceso de recolección, análisis y solución de la problemática es posible diagnosticar las áreas de oportunidad de mejora para cada una de las 5 ´s, el diagnóstico obtenido se presenta a continuación.

Tabla 15 Diagnóstico actual del área de estampado de delanteros

DIAGNÓSTICO ACTUAL CON RESPECTO A LA METODOLOGÍA 5'S	
5'S	OBSERVACIÓN
SEIRI o eliminar lo innecesario	Marcos rotos, botes de pintura vacíos, residuos de tela.
SEITON u ordenar	Las tintas están mal situadas en el área. Prendas de los operarios mal colocadas en espacios de trabajo. Artículos de intendencia que obstruyen el paso de los operarios.
SEISO o limpieza e inspección	Presencia de basura y polvo en las máquinas.
SEIKETSU o estandarizar	No están normalizadas las actividades de limpieza y orden en el área.
SHITSUKE o disciplina	Ausencia de reglamentos internos de limpieza.

Fuente: 47 Elaboración propia

3.7.3.4 SEIRI o eliminar lo innecesario

Dentro del área de estampado de delanteros se encuentran materiales innecesarios o inutilizables para el proceso, como son: cuadros rotos, botes de pintura vacíos y residuos de tela, los cuales se encuentran cerca de las máquinas provocando que se obstruyan los pasillos y obstaculicen las actividades. En la siguiente ilustración se observa con mayor claridad la situación actual del área, respecto a este problema.

Figura 32 Área de estampado de delanteros



Fuente: 48 Elaboración propia

Para el desarrollo de una solución a esta problemática, primero se identifica cuáles son los materiales innecesarios para el proceso de estampado de delanteros. A modo de propuesta se recolecta la información en relación a cuáles son los materiales que deben permanecer dentro del área durante el proceso de estampado de delanteros y cuales deben retirarse o desecharse.

Figura 33 Materiales innecesarios en el área

MATERIALES NECESARIOS	MATERIALES INNECESARIOS
Tintas	Artículos de intendencia
Prendas o delanteros a estampar	Carritos dañados
Adhesivos	Marcos sin malla
Líquido desmanchador	Botes de pintura vacíos
Raseros	Prendas de los operadores
Flash	Botellas de agua
Mesa de trabajo	Basura
Anaqueles para producto estampado	Bancos de trabajo extra

Fuente: 49 Elaboración propia

3.7.3.5 SEITON u ordenar

En el área de estampado no se cuenta con ningún procedimiento de clasificación u ordenamiento para los materiales que se utilizan para el proceso de estampado de delanteros. La inexistencia de estos procedimientos ocasiona que la mayor parte del tiempo se encuentren materiales desordenados, dificultando el libre tránsito y obstruyendo la visibilidad de otros materiales. Por esta razón los tiempos de búsqueda de ciertos materiales u objetos necesarios para realizar la preparación de las máquinas se prolongan y repercuten de manera directa en el tiempo total de producción.

Figura 34 Condiciones del área respecto al orden

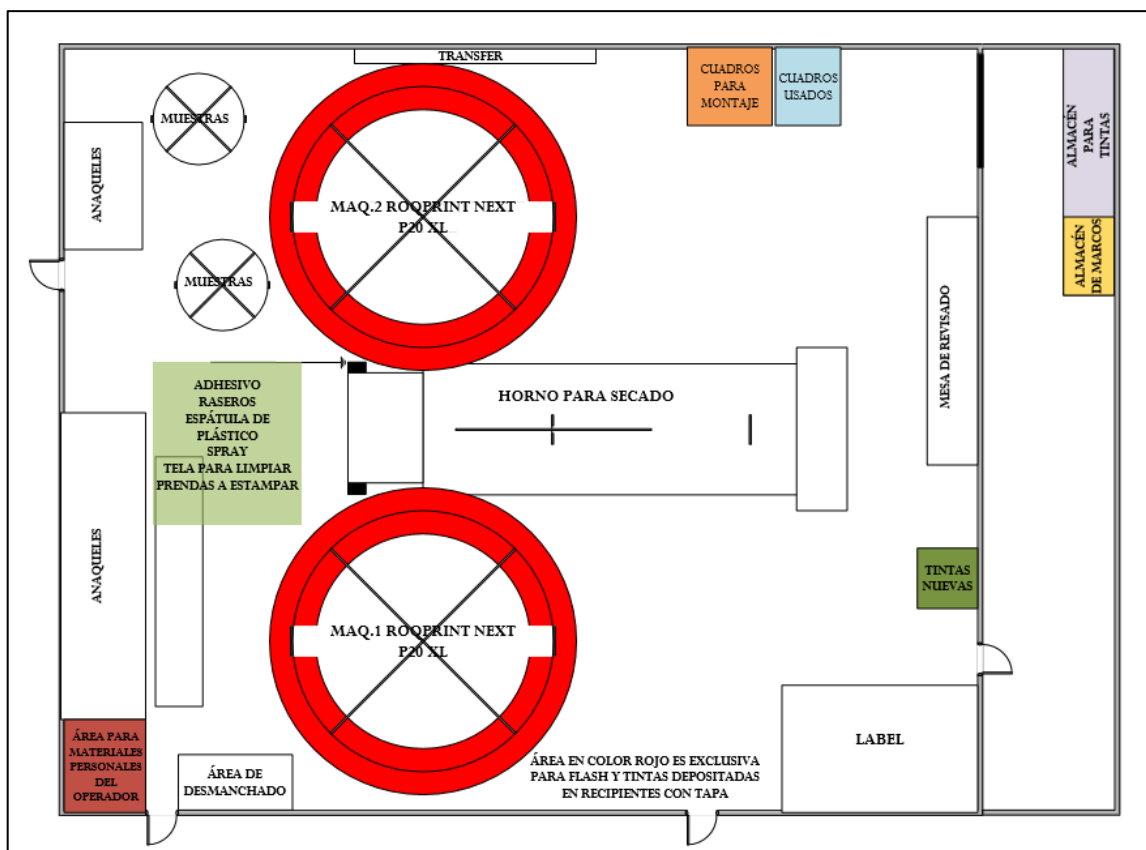


Fuente: 50 Elaboración propia

Como propuesta, en esta fase, se diseñan gráficos de ayuda visual para estipular la ubicación de los distintos materiales en el área y la distribución específica en los espacios dispuestos para estos materiales. Esta clasificación y distribución, está determinada de acuerdo al grado de utilización de los materiales en el proceso.

Los gráficos de ubicación y distribución de los materiales se realizan en base al diagnóstico de los materiales indispensables para el desarrollo de las actividades productivas. Estos se muestran a continuación.

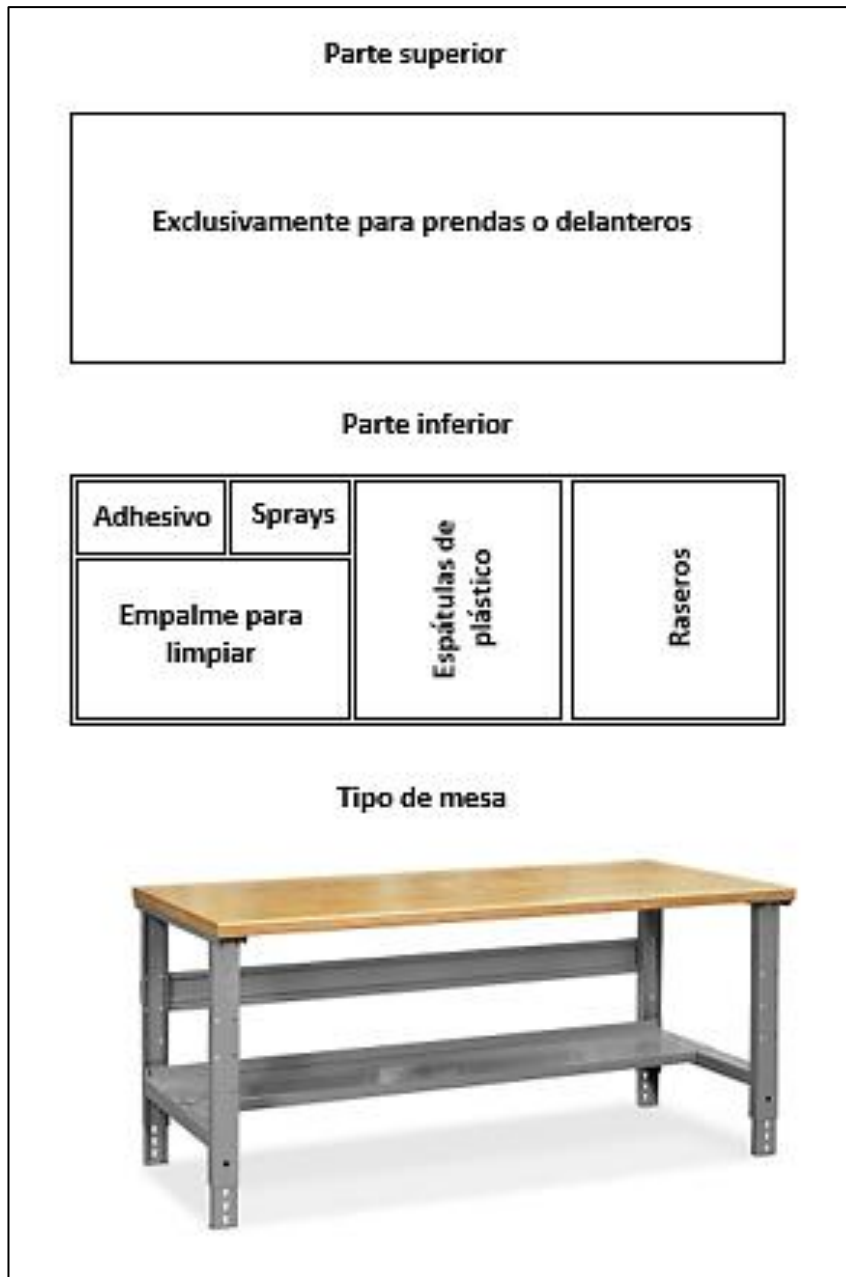
Figura 35 Grafico de ayuda visual para la clasificación de los materiales



Fuente: 51 Elaboración propia

El *gráfico de ubicación* debe ser colocado en un espacio visible que no obstaculice el desarrollo del proceso, pero permita que cuando los operarios necesiten saber la ubicación exacta de un determinado material puedan recurrir a este sin ningún inconveniente, lo cual también garantiza la obtención de la información de manera inmediata, disminuyendo los tiempos de búsqueda.

Figura 36 Distribución de las mesas de trabajo para las máquinas



Fuente: 52 Elaboración propia

En los espacios de trabajo en los que sea necesaria la ayuda visual para conocer la distribución exacta en la que deben estar dispuestos los materiales, tiene que colocarse el *gráfico de distribución específica de los materiales*.

3.7.3.6 SEISO o limpieza e inspección

Una vez descritas las propuestas para eliminar los materiales innecesarios y ordenar aquellos que son necesarios, es el momento de establecer las pautas para que el puesto de trabajo y maquinaria permanezca limpio.

En esta fase de la metodología, limpieza no solo consiste en eliminar suciedad, sino que también se refiere a conservar el área de trabajo, herramientas y máquinas en óptimas condiciones de uso, analizar cuáles son las fuentes generadoras de la suciedad presente en el área y atacar de raíz esas causas, para garantizar que tanto el área de trabajo como la maquinaria se mantengan limpios y ordenados.

Figura 37 Condiciones de limpieza del área



Fuente: 53 Elaboración propia

Para mantener el área de trabajo y la maquinaria libre de suciedad es necesario contar con un estricto margen de limpieza, dictado a partir del establecimiento de un *Plan de limpieza de las máquinas, herramientas y área de trabajo*. Las acciones contenidas en este plan se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 16 Plan de limpieza para el área de estampado de delanteros

Plan de limpieza para el área de estampado de delanteros		
Máquinas / Herramientas/ Área de trabajo	Acción	Frecuencia
Máquina serigráfica ROOPRINT NEXT P20 XL		

Raseros	Lavar con suficiente agua, jabón y solución desmanchadora	Al término de estampar el diseño en el cual es empleado
Paletas	Retirar papel y pegamento adherido, y limpiar completamente	
Cabezales	Limpiar residuos de tinta, polvo, líquidos o cualquier otra sustancia	Diariamente al término de cada turno
Brazos		
Pantallas		
Superficies		
Flash		
Marcos	Lavar en su totalidad	Al término de estampar el diseño en el cual es empleado
Mesas de trabajo	Ordenar los materiales necesarios y deshacerse de aquellos que no lo sean	Al término de ser utilizados para el proceso
Pasillos	Barrer y retirar residuos u objetos que obstruyan el paso	En los lapsos de tiempo entre registros
Espacio de trabajo	Barrer y recoger la basura o residuos innecesarios	En los lapsos de tiempo entre registros
Carros de transporte	Limpiarlos y ordenarlos en el lugar que les corresponda	Al final de turno
Superficies del horno	Limpiar residuos de tinta, polvo, líquidos o cualquier otra sustancia	Limpiar diariamente al término de cada turno

Fuente: 54 Elaboración propia

3.7.3.7 SEIKETSU o estandarizar

Para mantener una estandarización de las primeras tres fases, se diseña un panel de ayuda que tiene la función de servir de guía para la consulta de cualquier duda sobre la metodología de las 5's. Este panel esta situado en una zona de trabajo visible y se compondrá de la siguiente información:

- Cambios observados
- Agenda de reuniones sobre la metodología 5 's
- Listado de materiales necesarios e innecesarios.
- Gráficos de ayuda visual para establecer la ubicación y distribución de los materiales en el área.
- Plan de limpieza para el área de estampado de delanteros.
- Cronograma de evaluaciones para el seguimiento de la metodología.

La información contenida en el panel de ayuda es derivada de las propuestas de cada una de las 5 's.

El panel de ayuda, se muestra en la siguiente imagen:

Figura 38 Panel de ayuda para la estandarización de las 5's

Panel de ayuda para la estandarización de las 5's

Con el objetivo de dar a conocer las metas que se han alcanzado con la implementación de la metodología de las 5s, es necesario convocar a todo el personal del área de estampado de delanteros a reuniones los días lunes de cada semana en su lugar de trabajo.

Objetivos logrados o cambios producidos:

Inventario de materiales área de estampado de delanteros

MATERIALES NECESARIOS	MATERIALES INNECESARIOS
Tinta	Artículos de limpieza
Prendas de delanteros a estampar	Cintas de calidad
Adhesivos	Marcos de mesa
Líquido desmanchador	Botas de plástico usadas
Resacas	Prendas de los operarios
Flash	Solubles de agua
Mesa de trabajo	Batas
Resaca para producto estampado	Bancos de trabajo extra

Croquis de ayuda visual

Plan de limpieza para el área de estampado de delanteros:

Herramienta / Área de trabajo	Acción	Frecuencia
Máquina serográfica ROQPRINT NEXT P20 XL		
Ruercos	Lavar con suficiente agua, jabón y solución desmanchadora	Al término de estampar el día en el cual fue empleado
Pálidas	Revisar, lavar y secar completamente	adherido, y limpiar completamente
Cabezales		
Brazos		
Pantallas	Limpieza residuos de tinta, polvo, líquidos o cualquier otra sustancia	Dariente al término de cada turno
Superficies		
Flash		
Marcos	Lavar en su totalidad	Al término de estampar el día en el cual fue empleado
Mesa de trabajo	Ordenar los materiales necesarios y deshacerse de aquellos que no lo sean	Al término de ser utilizados para el proceso
Pasillos	Barrer y retirar residuos u objetos que obstruyan el paso	En los lapsos de tiempo entre registros
Espacio de trabajo	Barrer y recoger la basura	En los lapsos de tiempo entre registros
Carrros de transporte	Limpieza y ordenación en el lugar que les corresponda	Al final de turno
Superficies del horno	Limpieza residuos de tinta, polvo, líquidos o cualquier otra sustancia	Limpieza dariente al término de cada turno

Distribución para las mesas de trabajo de las maquinas ROQPRINT NEXT P20 XL

Parte superior

Exclusivamente para prendas de delanteros

Parte inferior

Adhesivos

Sprays

Especial de plástico

Resacas

Tipo de mesa

Fechas para evaluación

Propuesta de implementación de la metodología de las 5's	Área de aplicación:						Realizo:
	Área de estampado de delanteros						
Fechas	Número de revisiones						
	1	2	3	4	5	6	
1 de Julio	X						
1 de Agosto		X					
1 de Septiembre			X				
1 de Octubre				X			
3 de Noviembre					X		
1 de Diciembre						X	

Fuente: 55 Elaboración propia

3.7.3.8 SHITSUKE o disciplina

La disciplina o buenos hábitos por parte del trabajador es de suma importancia para lograr los objetivos encomendados en la metodología de las 5's, para esta etapa se elabora una planificación en la que se realiza una revisión mensual con las siguientes fechas:

Tabla 17 Fechas de revisión mensual

Propuesta de implementación de la metodología de las 5's	Área de aplicación:			Realizó:		
	Área de estampado de delanteros					
Fechas	Número de revisión					
	1	2	3	4	5	6
1 de Julio	X					
1 de Agosto		X				
1 de Septiembre			X			
1 de Octubre				X		
3 de Noviembre					X	
1 de Diciembre						X

Fuente: 56 Elaboración propia

Las condiciones a evaluar de cada etapa de la metodología se enlistan en los siguientes check list:

Tabla 18 Evaluación SEIRI

Evaluación 5'S: SEIRI o eliminar lo innecesario			
Criterios a evaluar	SI	NO	Acción correctiva u observación
Materiales innecesarios en puestos de trabajo			
Herramientas innecesarias en mesas o máquinas			
Materiales innecesarios en pasillos			
Existe una clasificación de materiales necesarios e innecesarios			
Fecha de evaluación:			
Evaluador:			

Fuente: 57 Elaboración propia

Tabla 19 Evaluación SEITON

Evaluación 5'S: SEITON u ordenar			
Criterios a evaluar	SI	NO	Acción correctiva u observación
Hay herramientas o materiales sin clasificar			
Hay una designación de lugares para los materiales necesarios			
Zonas de almacenamiento correctamente etiquetadas			
Los materiales se encuentran visibles y ordenados			
Fecha de evaluación:			
Evaluador:			

Fuente: 58 Elaboración propia

Tabla 20 Evaluación SEISO

Evaluación 5'S: SEISO o limpieza e inspección			
Criterios a evaluar	SI	NO	Acción correctiva u observación
El puesto de trabajo está limpio			
Se realiza limpieza a las herramientas después de su uso			
Se realizan las actividades de limpieza de acuerdo al plan			
La maquinaria se encuentra sucia o empolvada			
Se nota la presencia de manchas de aceite, grasas, tintas, agua u otros líquidos en el suelo			
Fecha de evaluación:			
Evaluador:			

Fuente: 59 Elaboración propia

Tabla 21 Evaluación SEIKETSU

Evaluación 5'S: SEIKETSU o estandarizar			
Criterios a evaluar	SI	NO	Acción correctiva u observación
Está en buen estado el panel de ayuda y las etiquetas de clasificación			
¿Está actualizado el panel de ayuda sobre la metodología 5's?			
El panel de ayuda está situado en un lugar donde tenga completa visibilidad			
Fecha de evaluación:			
Evaluador:			

Fuente: 60 Elaboración propia

Después de realizar las evaluaciones con los check list es necesario analizar las observaciones que se hayan encontrado con respecto a cada actividad, y darles una solución. Las evaluaciones se harán periódicamente lo que se traduce en un flujo continuo de mejora en la implementación de las 5 ´s.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados

Este apartado presenta los resultados esperados de la implementación de la Propuesta Del Plan De Conservación Industrial detallando los beneficios que trae consigo el hecho de desarrollar las diferentes acciones que contiene este plan.

La primera de las acciones contenidas en el plan de conservación industrial es la implementación de la metodología 5 ´s en el proceso de estampado de delanteros la cual trae múltiples beneficios que se traducirán en la disminución del tiempo total de producción. Uno de los beneficios más relevantes es la disminución o eliminación por tiempos de búsqueda de materiales, herramienta y equipo necesario para las actividades de estampado de delanteros. En la siguiente tabla se muestra la reducción de tiempo en cada una de las operaciones que requieren de la búsqueda de materiales y que se ven prolongados debido a la desorganización en esta área.

Tabla 22 Comparación de tiempos

Proceso	Tiempo estándar por operación en min.	Tiempo total en min. para una demanda diaria de 5389 p.	Tiempo para búsqueda de materiales o herramientas (min)
Creación del diseño (1 vez)	57.12	57.12	
Recuperación de marcos (10 marcos)	8.82	88.2	
Creación de tintas (10 tintas)	10.7	107	
Registro de maquinas (1 vez)	182.28	182.28	40
Autorización (1 vez)	3.48	3.48	
Estampado de delanteros (5389 p)	3.53 por ciclo	1902.317	30
Tiempo total acumulado para un lote de 5389 prendas de 10 tintas		2340.397	70
Tiempo total con la propuesta de la metodología de las 5's		2270.397	

Fuente: 61 Elaboración propia

Tabla 23 Comparación del tiempo de registro de la máquina

Operación Principal	Operaciones de búsqueda o localización	Tiempo en minutos
Registro de la máquina	Búsqueda de marcos mal puestos o extraviados en el área	5
	Búsqueda de adhesivo para paletas	10
	Búsqueda de raseros	5
	Localización de tintas	20
	Total	40

Fuente: 62 Elaboración propia

Tabla 24 Comparación de tiempos del estampado de delanteros

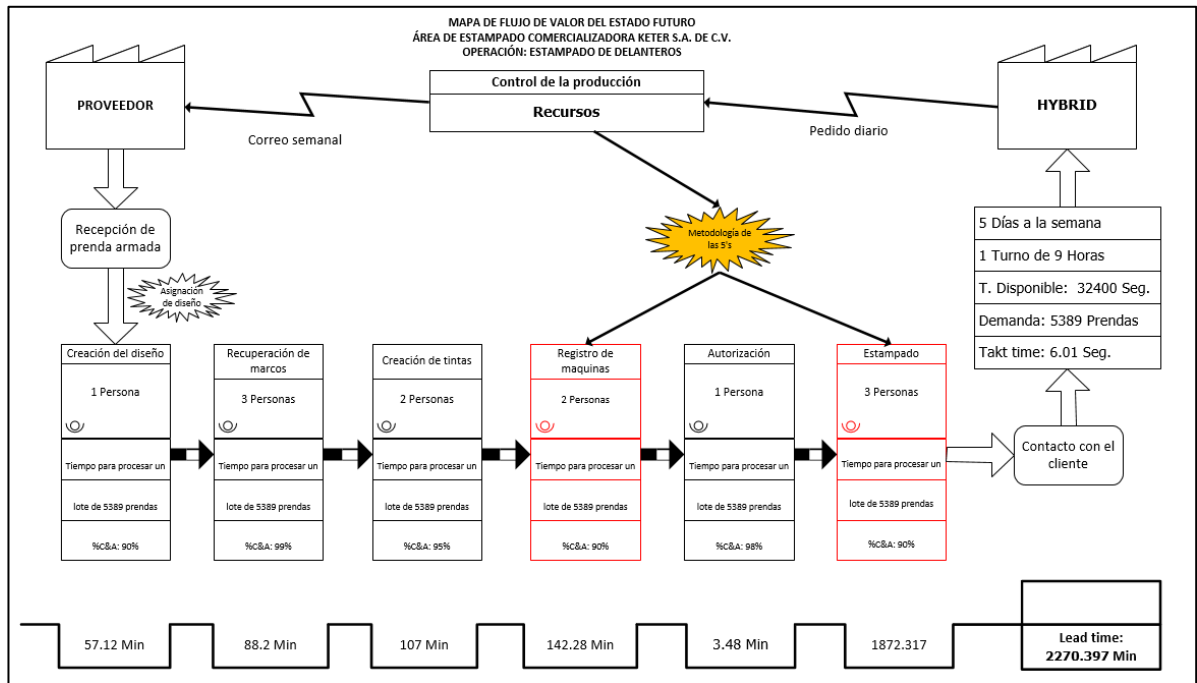
Operación Principal	Operaciones de búsqueda o localización	Tiempo en minutos
Estampado de delanteros	Diferenciación de tallas	30
	Total	30

Fuente: 63 Elaboración propia

Además de reducir los tiempos de búsqueda, con la implementación de las 5's, se espera que, mediante la organización, clasificación de los materiales y equipo de trabajo, se obtengan espacios más ordenados y una fácil identificación de los artículos en el área.

Mediante la realización de un VSM del estado de futuro del proceso, después de la implementación, es posible observar la reducción de el lead time. Dicho diagrama, se muestra en la siguiente figura.

Figura 39 Mapa de la cadena de valor del estado futuro



Fuente: 64 Elaboración propia

El lead time del VSM antes de la implementación era de 2340.397 minutos, y después de la propuesta el lead time obtenido del VSM del estado futuro tiene un resultado de 2270.397 minutos. Esto se traduce en una reducción de 70 minutos en el tiempo de creación del lote evaluado, de esta forma el número de turnos necesarios para producir 5389 prendas pasa de ser igual a 4.33 días a 4.2 días en total lo que significa que el lote de prendas es entregado antes de lo estimado. Se considera que la implantación de la metodología 5s, propicia una cadena de valor más eficiente y equilibrada, mejorando la operativa de los procesos.

Otra de las acciones contenidas en el plan de conservación industrial, es el establecimiento de un plan de mantenimiento programado para las máquinas de serigrafía del área de estampado de delantero; dicho programa se elabora con base en la construcción del ICGM, en el cual se tiene que el nivel de prioridad de atención a las fallas de dicha maquinaria es ALTA. Por esta razón es necesario contar con un mantenimiento preventivo que mantenga el nivel de eficiencia adecuado, ya que a pesar de que se adquirieron recientemente es indispensable darles el mantenimiento

oportuno pues el hecho de que sean “nuevas” no garantiza la funcionalidad o que no se presenten averías. El funcionamiento adecuado de la máquina depende en gran medida del cuidado, limpieza y mantenimiento preventivo que se le proporcione.

El plan de mantenimiento permite aumentar los tiempos de disponibilidad de las máquinas, dado que al realizar los mantenimientos a tiempo aumenta su vida útil y funcionalidad. Además de que se evitan paros por fallas o averías que pudiesen detener el proceso e incrementar el tiempo total de producción retrasando la entrega de los lotes.

Otro de los beneficios de la implementación del plan de mantenimiento programado, es la disminución del número de mantenimientos correctivos a dichas máquinas, lo cual puede traducirse en una disminución de costos generados por cambio de piezas que se inutilizaron por no realizar a tiempo el debido mantenimiento.

En el indicador OEE elaborado al inicio de esta investigación se puede observar el tiempo de paro de la máquina por día en relación al número de paros suscitados en el mismo periodo. Este indicador presentaba un tiempo total de paro de la máquina de 3.43 horas, para obtener el grado de mejora en comparación con la propuesta de implementación. Se volvió a calcular el indicador OEE con los nuevos tiempos de paro ajustados, este nuevo cálculo se muestra a continuación.

Tabla 25 comparación de tiempos antes y después de la mejora

	Antes de la mejora (Seg.)	Después de las mejora (Seg.)	Tiempo reducido
Tiempo de paradas	1200	600	600
Tiempo de alistamiento	5400	3600	1800
Tiempo de cambios	5400	1800	3600
Tiempo de espera	360	360	0
Total en horas	3.43	1.76	1.66

Fuente: 65 Elaboración propia

Se puede observar que mediante la implementación de la propuesta del plan de mantenimiento el tiempo disponible de la máquina aumenta hasta 1.66 horas.

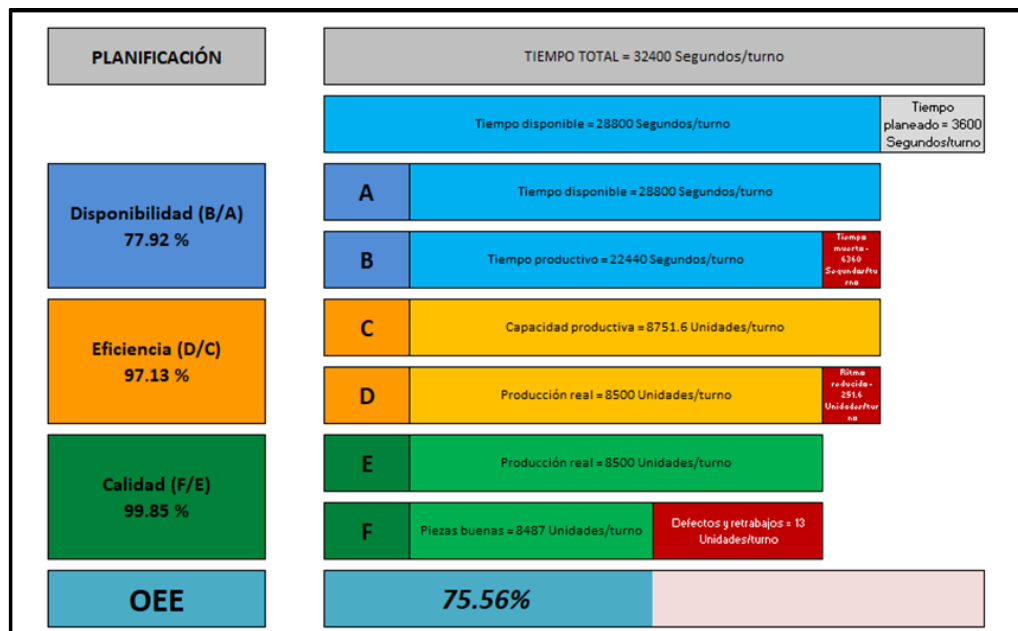
De acuerdo al OEE del antes de la mejora, la producción era de 7500 prendas por turno de 9 horas, un estimado de 833.33 prendas por hora, de esto se puede aumentar 1.66 horas mas de producción en las máquinas lo equivalente a 1000 prendas mas de la producción actual.

Figura 40 Datos para el OEE después de la implementación del plan de conservación industrial

Unidad de tiempo	Segundos				
Tiempo estándar de fabricación	0.39	Unidades/segundo	Tiempo disponible	28800	Segundos/turno
Tiempo por turno	32400	Segundos/turno	Tiempo muerto	6360	Segundos/turno
Tiempo planeado (comidas, reuniones, juntas, etc.)	3600	Segundos/turno	Tiempo productivo	22440	Segundos/turno
Tiempo de paradas	600	Segundos/turno	Tiempo eficiente	21795	Segundos/turno
Tiempo de alistamiento	3600	Segundos/turno	Disponibilidad	77.92%	Tasa
Tiempo de cambios	1800	Segundos/turno	Capacidad productiva	8751.6	Unidades/turno
Tiempo de esperas	360	Segundos/turno	Eficiencia	97.13%	Tasa
Producción real	8500	Unidades/turno	Calidad	99.85%	Tasa
Número de unidades defectuosas	5	Unidades/turno	Tiempo de calidad	21761.5385	Segundos/turno
Número de unidades remanufacturadas	8	Unidades/turno	OEE	75.56%	

Fuente: 66 Elaboración propia

Figura 41 OEE después de la implementación



Fuente: 67 Elaboración propia

Esto permite visualizar la diferencia entre la eficiencia global de la maquinaria antes y después de la implementación del plan de conservación específicamente con el plan de mantenimiento programado.

De acuerdo a la reducción de estos tiempos la eficiencia de las máquinas aumentaría de 60.46% al 75.56% lo cual se considera aceptable y se recomienda seguir con la mejora hasta llegar al World Class Manufacturing (manufactura de clase mundial).

El plan de conservación industrial traerá consigo la agilización de algunas operaciones del proceso de estampado de delanteros, el aumento en la disponibilidad de la maquinaria y su eficiencia productiva. Además de la reducción de tiempos por búsqueda materiales, entregando los productos en menor tiempo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

La presente tesis pretende demostrar como la implementación de un plan de conservación industrial puede mejorar la eficiencia productiva de las máquinas serigraficas ROQPRINT NEXT P20 XL.

Para demostrar esto, es necesario realizar un análisis de las principales causas que originan la baja eficiencia de dicha maquinaria, y que una vez identificadas cuales de estas tienen un mayor impacto en la problemática, se definen las acciones de solución, las cuales están contenidas en el plan de conservación industrial. Las acciones propuestas son: un plan de mantenimiento programado, la construcción de un código ICGM y la implementación de la metodología de las 5´s.

En el capítulo 3 se describe el contenido y la forma de implementación de cada una de ellas, de manera que le permita a la empresa y al espectador entender completamente la idea propuesta, los aspectos a considerar para su implementación y los rubros que debe considerar para evaluar su cumplimiento. Además de esto en el capítulo 4, se describieron los beneficios que podría obtener la empresa con la puesta en marcha de esta propuesta.

Considerando la misión y visión propia de la empresa, es razonable pensar que la compatibilidad entre propuesta y empresa es absolutamente favorable ya que comparten las mismas metas a alcanzar en cuanto a producción, calidad y eficiencia productiva.

Si Comercializadora KETER lleva a cabo esta propuesta, podrá mejorar la eficiencia de las dos máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL que actualmente forman parte esencial del proceso productivo de la empresa, por tanto, es de suma importancia destacar que la empresa, desde directivos hasta el personal persigan los mismos objetivos de conservación de la maquinaria. Esto permite que día a día se generen empleos para las familias de la región y, ganancias, prestigio y renombre para la empresa.

CAPÍTULO VI
COMPETENCIAS
DESARROLLADAS

6.1 Competencias desarrolladas

Esta práctica profesional permite reafirmar, aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL y desarrollar otras competencias durante la realización de este proyecto, en la empresa "Comercializadora KETER", las cuales son las siguientes:

- Habilidad para la evaluación de datos y toma de decisiones lógicas, de forma imparcial y razonable, que aseguren el control de métodos, personas y situaciones, de acuerdo a la problemática correspondiente.
- Responsabilidad en el cumplimiento de las actividades encomendadas durante la investigación.
- Capacidad de aplicación de herramientas estadísticas y de análisis, aprendidas durante la carrera.
- Desarrollo de habilidades sociales, tales como la capacidad de interacción social, y la capacidad de defender y transmitir ideas.
- Habilidad en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación, para la preparación de datos durante el proceso de investigación.
- Responsabilidad con el manejo de datos confidenciales.
- Capacidad para trabajar en equipo, y mostrar aptitudes y actitudes profesionales de liderazgo, en beneficio de un bien común.
- Compromiso con las actividades que comprenden el desarrollo de la investigación.
- Objetividad en la resolución de problemas profesionales e interpersonales.
- Autoaprendizaje a partir de retos, complicaciones y obstáculos presentados durante el periodo de desarrollo de la investigación.
- Habilidad de identificar áreas de oportunidad relacionadas con mi formación profesional.
- Compromiso ético, integridad profesional y honestidad, como parte de los valores fundamentales de un ingeniero industrial.

CAPÍTULO VII

FUENTES DE INFORMACIÓN

7.1 Fuentes bibliográficas

- Álvarez, E. F. (2008). Mantenimiento Autonomo para Lideres. *Gestión del Mantenimiento*. Universidad de Oviedo. Recuperado el 22 de Febrero de 2020, de digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/47868/1/Gestión%20de%20Mantenimiento.%20Lean%20Maintenance%20y%20TPM.pdf
- Business, S. O. (2015). *Universidad de Barcelona*. Recuperado el 21 de Febrero de 2020, de Universidad de Barcelona: obsbusiness.school/es/blog-project-management/diagramas-de-gantt/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve
- Delgado, M. M. (2009). Administración del mantenimiento. *Administración del mantenimiento*. Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México, Estado de México, México. Recuperado el 09 de Febrero de 2020, de tesoem.edu.mx/alumnos/cuadernillos/2009.001.pdf
- Duffuaa, R. J. (2000). *Sistemas de mantenimiento planeacion y control* (Primera ed.). México D.F, México: LIMUSA. Recuperado el 15 de Febrero de 2020
- Gestión, A. C. (2013). *Aiteco*. Recuperado el 20 de Febrero de 2020, de <https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>
- Keter. (2006). Recuperado el 03 de FEBRERO de 2020, de Ketermex: <https://ketermex.com/about/>
- Ketermex. (2019). *KETERMEX*. Recuperado el 02 de FEBRERO de 2020, de KETERMEX: <http://ketermex.com/codigos/CodigoKeter.pdf>
- Lopez, B. S. (04 de Noviembre de 2019). *INGENIERÍA INDUSTRIAL ONLINE.COM*. Recuperado el 27 de Febrero de 2020, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/eficiencia-global-de-los-equipos-oeef/>
- López, B. S. (31 de Octubre de 2019). *INGENIERIA INDUSTRIAL ONLINE.COM*. Recuperado el 24 de Febrero de 2020, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mapa-de-flujo-de-valor-vsm/>
- Mantenimiento, A. d. (2008). *Administración del mantenimiento*. Recuperado el 03 de FEBRERO de 2020, de

<https://sites.google.com/site/adm6aromero/home/1-introduccion-a-la-conservacion-industrial/1-1-1-evolucion-de-la-conservacion-industrial>

Nelsen, D. (Septiembre de 2003). *Quality Progress*. Recuperado el 23 de Febrero de 2020, de asq.org/quality-progress/2003/09/problem-solving/para-encontrar-la-causa-raiz-por-eso-ocurre.html

Ramírez, M. M. (14 de Diciembre de 2016). *3C Tecnología*. Obtenido de 3C Tecnología: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26>

Renovetec. (2012). *Mantenimientopetroquimica.com*. Recuperado el 19 de Febrero de 2020, de [Mantenimientopetroquimica.com: http://mantenimientopetroquimica.com/mantenimientoprogramadopetroquimica.html](http://mantenimientopetroquimica.com/mantenimientoprogramadopetroquimica.html)

Reyes, A. G. (2000). Administración del mantenimiento. *Administración del mantenimiento*. Universidad Autonoma de Nuevo León, Nuevo León, Mexico. Recuperado el 06 de Febrero de 2020, de eprints.uanl.mx/750/1/1020148008.PDF

Teziutlan, I. T. (2019). Recuperado el 03 de Marzo de 2020, de <http://www.itsteziutlan.edu.mx/index.php/antecedentes-historicos/>

Villanueva, E. D. (2014). *La productividad en el mantenimiento industrial* (Tercera Edición ed.). México: Patria. Recuperado el 14 de Febrero de 2020, de <https://vdocuments.mx/la-productividad-en-el-mantenimiento-industrial-enrique-dounce-villanuevapdf.html>

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

8.1 Anexo 1 simbología de un mapa de la cadena de valor

Figura 42 Simbología del mapa de la cadena de valor

Symbols	Description	Symbols	Description	Symbols	Description
	Customer/ Supplier Start or end point for material flow		Kaizen Blitz Area for improvement		External Shipment Shipments to or from suppliers
	Process Machine, operation or department through which material flows		Supermarket Small inventory for immediate production		FIFO First in, First out lane
	Data Box P/T = 15 L/T = 15 %C&A = 99% Rel. = 95%		Buffer Safety Stock		In Box Information Queues
	Inventory 100 units		Pull Symbols Replenish stock in supermarket		Internal Movement
	Work Cell		Kanban Card Replenish stock in supermarket		People, phones, operators, etc.
	Push Arrow		Load Leveling		
	NVA Delay 1 day		Go and See When there is a problem, go and see what's wrong.		Scheduling

Fuente: 68 Recuperado de

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.pinterest.com%2Fpin%2F11259067801357906%2F&psig=AOvVaw3ena9XErAwFrRfUKQ3oD7g&ust=1587846309881000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCOD4sdvvygekCFQAAAAAdAAAAABA6>

8.2 Anexo 2 simbología de un flujograma

Figura 43 Simbología para crear un flujograma

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Terminal: Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso.		Actividad: Representa la actividad llevada a cabo en el proceso.
	Decisión: Señala un punto en el flujo donde se produce una bifurcación del tipo "Si" – "No".		Documento: Documento utilizado en el proceso.
	Multidocumento: Refiere un conjunto de documentos. Por ejemplo, un expediente.		Inspección / Firma: Aplicado en aquellas acciones que requieren de supervisión.
	Conector de un Proceso: Conexión o enlace con otro proceso, en el que continúa el diagrama de flujo. Por ejemplo, un subproceso.		Archivo: Se utiliza para reflejar la acción de archivo de un documento o expediente.
	Base de Datos: Empleado para representar la grabación de datos.		Línea de Flujo: Indica el sentido del flujo del proceso.

Fuente: 69 Recuperado de <https://www.aiteco.com/diagrama-de-flujo/>

8.3 Anexo 3 código máquina para la elaboración del ICGM

Tabla 26 Código máquina

Código maquina	Concepto
10	Recursos vitales. Aquellos que influyen o cuya falla origina un problema de tal magnitud que se deje de cumplir el objetivo vital de la institución y que la alta dirección no está dispuesta a correr riesgos.
9	Recursos importantes. Aquellos, que aunque se encuentran dentro del objetivo de la institución, su función no es vital, pero sin ellos no puede operar adecuadamente el objetivo final y además no existe material, maquina o elemento redundantes o de reserva.
8	Recursos duplicados. Similares a los anteriores (9), pero de los cuales existe reserva.
7	Recursos que intervienen en forma directa. Como dispositivos de medición para control de calidad en el servicio, equipos de prueba, equipos para manejo de materiales, y maquinas de inspección entre otros.
6	Recursos auxiliares sin remplazo. Tales como equipos de aire acondicionado de cualquier tipo, para áreas especiales, equipos móviles, equipo para surtimiento de materiales en almacén.
5	Recursos auxiliares con remplazo. Similares al punto anterior pero si tienen remplazo.
4	Recursos de embalaje y pintura. Como compresoras, inyectores de aire, maquinas de pintura de acabado final, y todo aquello que no sea imprescindible para el objetivo vital de la institución y de lo que, además se tenga remplazo.
3	Equipos generales. Unidades de transporte de materiales o productos, camionetas de carga, unidades refrigeradora, equipos de recuperación de servicios, etcétera.
2	Edificios y sistemas de seguridad. Alarmas, pasillos, almacenes, calles o estacionamientos.
1	Edificios e instalaciones eléctricas. Todo aquello que no participa directamente en el objetivo vital: jardines, campos deportivos, sanitarios, fuentes, entre otros.

Fuente: 70 Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/5031/1/MANTENIMPRODUC.pdf>

8.4 Anexo 4 código trabajo para la elaboración del ICGM

Tabla 27 Código trabajo

Código trabajo	Descripción de trabajos
10	Paros: Todo aquello que se ejecute para atender las causas de pérdida del servicio de la calidad esperada, proporcionado por las maquinas, instalaciones y construcciones, vitales e importantes; o aquellos trabajos de seguridad hechos para evitar pérdidas de vidas humanas o afectaciones a la integridad física de los individuos, sin olvidar la seguridad, indispensable para el buen funcionamiento de cualquier elemento.
9	Acciones preventivas urgentes: Todo trabajo a eliminar los paros o conceptos discutidos en el punto anterior (10), que pudieran seguir en inspecciones, pruebas, avisos de alarmas etcétera.
8	Trabajos de auxilio o producción: Modificaciones tendentes a modificar el servicio o surgidas por cambio de producto o para mejorar el mismo.
7	Acciones preventivas no urgentes: Todo trabajo tendente a eliminar a largo plazo los paros o conceptos analizados en el punto (10); lubricación, atención de desviaciones con consecuencias a largo plazo, trabajos para eliminar o reducir la labor repetitiva, entre otros.
6	Acciones preventivas generales: Todo trabajo tendente a eliminar paros, acciones preventivas urgentes, acciones preventivas no urgentes, y donde se hayan visualizado posibles fallas.
5	Acciones rutinarias: Trabajos en maquina o en equipos de repuesto, en herramientas de conservación y en rutinas de seguridad.
4	Acciones para mejora de la calidad: todo trabajo tendente a mejorar los resultados de producción y de conservación.
3	Acciones para la disminución del costos: todo trabajo tendente a minimizar los costos de producción y conservación que no esté considerado en ninguna de las anteriores categorías (mejora del factor de potencia eléctrica en la fábrica, disminuir la temperatura de la caldera de suministro del agua caliente en verano, etcétera).
2	Acciones de salubridad y estética: todo trabajo tendente a asegurar la conservación de muebles e inmuebles donde el personal de limpieza, no pueda intervenir, debido a los riegos o delicadeza del equipo por atender (pintura, aseo o desinfectación de lugares como subestación eléctrica y salas de computación, entre otros).
1	Acciones de aseo y orden: trabajos de distribución de herramientas y aseo de instalaciones del departamento de conservación.

Fuente: 71 Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/5031/1/MANTENIMPRODUC.pdf>

Índice de figuras

Figura 1 Estructura organizacional de Comercializadora KETER S.A. de C.V.	14
Figura 2 Ubicación del municipio de Teziutlán	14
Figura 3 Ubicación de Comercializadora KETER S.A. de C.V.....	15
Figura 4 Estructura departamental del área de estampado	15
Figura 5 Macro localización del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán.....	20
Figura 6 Ubicación del Tecnológico de Teziutlán	20
Figura 7 Ejemplo de un Diagrama de lluvia de ideas	32
Figura 8 Ejemplo de diagrama de Pareto.....	33
Figura 9 Estructura del diagrama de causa-efecto	33
Figura 10 Ejemplo del mapa de la cadena de valor	34
Figura 11 Ejemplo de un flujograma	38
Figura 12 Ejemplo del diagrama cómo-cómo	38
Figura 13 Ejemplo de diagrama de Gantt	39
Figura 14 Cronograma de actividades del proyecto	44
Figura 15 Pantone	47
Figura 16 Cuadros para serigrafiado	48
Figura 17 Paletas de máquina serigráfica	48
Figura 18 Acetato para serigrafía.....	48

Figura 19 Diagrama de flujo del proceso del área de estampado de delanteros ...	49
Figura 20 Mapa de la cadena de valor del proceso de estampado de delanteros..	56
Figura 21 Datos para la elaboración del indicador OEE.....	57
Figura 22 Indicador OEE de las máquinas automáticas de serigrafía ROQPRINT NEXT P20 XL.....	58
Figura 23 Información de las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL	59
Figura 24 Diagrama de lluvia de ideas de las causas de la baja eficiencia de la maquinaria.....	60
Figura 25 Diagrama de causa y efecto de las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL	61
Figura 26 Diagrama de Pareto de las causas de paros de las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL.....	62
Figura 27 Diagrama de lluvia de ideas sobre la solución a la falta de mantenimiento	63
Figura 28 Diagrama cómo - cómo para la solución a la falta de mantenimiento a las máquinas.....	64
Figura 29 Plan de mantenimiento programado para las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL.....	68
Figura 30 Formato de registro diario de los ciclos acumulados.....	70
Figura 31 herramienta de búsqueda de acciones de solución.....	71
Figura 32 Área de estampado de delanteros.....	72

Figura 33 Materiales innecesarios en el área	73
Figura 34 Condiciones del área respecto al orden	73
Figura 35 Grafico de ayuda visual para la clasificación de los materiales	74
Figura 36 Distribución de las mesas de trabajo para las máquinas	75
Figura 37 Condiciones de limpieza del área	76
Figura 38 Panel de ayuda para la estandarización de las 5's	78
Figura 39 Mapa de la cadena de valor del estado futuro	85
Figura 40 Datos para el OEE después de la implementación del plan de conservación industrial	87
Figura 41 OEE después de la implementación.....	87
Figura 42 Simbología del mapa de la cadena de valor	97
Figura 43 Simbología para crear un flujograma	97

Índice de graficas

Grafica 1 Producción anual por meses del cliente HYBRID.....	51
--	----

Índice de tablas

Tabla 1 Índice ICGM método factor equipo	30
Tabla 2 Índice ICGM método factor trabajo.....	31

Tabla 3 Clasificación de OEE	37
Tabla 4 Reporte de producción de los años 2018-19 del cliente HYBRID	50
Tabla 5 Tiempo estándar de recepción de prendas armadas o delanteros	52
Tabla 6 Tiempo estándar de la preparación de tintas	52
Tabla 7 Tiempo estándar para la creación del diseño	53
Tabla 8 Tiempo estándar de la recuperación de marcos	53
Tabla 9 Tiempo estándar del registro de las máquinas ROQPRINT NEXT P20 XL .	54
Tabla 10 Tiempo estándar de la autorización de la prueba piloto	54
Tabla 11 Tiempo estándar de estampado de delanteros.....	55
Tabla 12 Tiempos estándar de estampado de delanteros, para un lote de 5389 prendas	55
Tabla 13 Análisis de número de paros en un mes	62
Tabla 14 Código ICGM simplificado del área de estampado	66
Tabla 15 Diagnóstico actual del área de estampado de delanteros.....	72
Tabla 16 Plan de limpieza para el área de estampado de delanteros	76
Tabla 17 Fechas de revisión mensual	79
Tabla 18 Evaluación SEIRI	79
Tabla 19 Evaluación SEITON	80
Tabla 20 Evaluación SEISO	80

Tabla 21 Evaluación SEIKETSU.....	81
Tabla 22 Comparación de tiempos.....	83
Tabla 23 Comparación del tiempo de registro de la máquina.....	84
Tabla 24 Comparación de tiempos del estampado de delanteros.....	84
Tabla 25 comparación de tiempos antes y después de la mejora.....	86
Tabla 26 Código máquina.....	98
Tabla 27 Código trabajo.....	98