

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



Propuesta de mejora y rediseño del proceso de fabricación de
papel fotocopia en una empresa papelera aplicando
herramientas Lean

Tesis para obtener el grado académico de Magíster en Ingeniería
Industrial con mención en Gestión de Operaciones que presenta:

Magali Huanacuni Churasacari

Asesor:

Cesar Augusto Corrales Riveros

Lima, 2022

Declaración jurada de autenticidad

Yo, César Augusto Corrales Riveros, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada Propuesta de mejora y rediseño del proceso de fabricación de papel fotocopia en una empresa papelería aplicando herramientas Lean de la autora **Magali Huanacuni Churasacari** dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 4 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 03/12/2022.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 03 de Diciembre de 2022

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Corrales Riveros, César Augusto</u>	
DNI:07218351	Firma: 
ORCID: 0000-0002-1508-8100	



DEDICATORIA

“A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su protección han estado conmigo desde que nací”.

“A mi mamá Teodora Churasacari y mi papá Walter Huanacuni quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir mis sueños y metas, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre”.

“A la Pontificia Universidad Católica Del Perú, y mis profesores por haberme brindado los conocimientos y permitirme seguir formándome y actualizando mis conocimientos incluso hasta hoy”.



RESUMEN

El actual análisis posee a modo de objetivo optimizar la eficacia de las líneas de fabricación de una fábrica de producción de papel fotocopia. Se describe el desarrollo teórico, el desarrollo descriptivo de la empresa, el estudio y determinación de la situación existente, la aplicación de la metodología mediante una propuesta de mejoramiento para alcanzar excelentes “indicadores de eficiencia”, y el análisis económico de la propuesta. La medición de la productividad de los procedimientos de la fabricación de papel fotocopia es mediante el indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*, en castellano “Eficiencia General de los Equipos”) que comprende la estimación de calidad, rendimiento y disponibilidad de líneas de papel fotocopia. Para disminuir el impacto de las paradas que ocasionan disminución en el OEE, y aumento de tiempo de No valor agregado, se utilizan las herramientas 5 S SMED y complementa con Balance de Línea. El uso de estos métodos consigue una disminución del 30% y 28% en cada uno de las estaciones a los que se dirige. Esto se manifiesta en un ahorro de cantidad de horas trabajadas, mayor disponibilidad de producción, menor tiempo de respuesta los cambios y cumplir entregas, mayor cantidad de ventas, y alta rentabilidad. Se analizaron los indicadores VAN y TIR, se obtuvo en el primero S/752,066.82 y del segundo 51.3 %. La tasa de retorno anual que esperan los accionistas es de 15% y se toma 1.25% mensual como efectos del cálculo. Lo cual, al obtener un VAN positivo y un TIR mayor al esperado por los accionistas, según los valores obtenidos, se indica que presenta “viabilidad económica” y poder implementar la iniciativa.

ABSTRACT

The objective of this analysis is to optimize the efficiency of the manufacturing lines of a photocopy paper production plant. The theoretical development, the description of the company, the analysis and diagnosis of the current situation, the application of the methodology through improvement proposals to achieve better efficiency indicators, and the economic analysis of the proposal are described. The efficiency of photocopy paper production processes is measured by means of the OEE (Overall Equipment Effectiveness) indicator, which involves the evaluation of aspects of quality, performance and availability of photocopy paper lines.

To reduce the impact of the stops that cause a decrease in the OEE, and an increase in the time of No added value, the 5 S, SMED tools are used and complemented with Line Balance. Each of these tools achieves a reduction of 30% and 28% in each of the times to which it is directed. This is reflected in a saving of man-hours, a greater productive capacity, a better response time and delivery fulfillment, a greater number of sales, and high profitability. The NPV and IRR indicators were analyzed, S/752,066.82 was obtained in the first and 51.3% in the second. The annual rate of return expected by shareholders is 15% and 1.25% per month is taken as calculation purposes. Which, by obtaining a

positive NPV and an IRR higher than expected by the shareholders, according to the values obtained, indicates that it presents "economic viability" and to be able to implement the initiative.



TÍTULO

PROPUESTA DE MEJORA Y REDISEÑO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PAPEL FOTOCOPIA EN UNA EMPRESA PAPELERA APLICANDO HERRAMIENTAS LEAN

CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO DE LEAN MANUFACTURING	3
1.1 LEAN. MANUFACTURING	3
1.1.1 DEFINICIÓN DE LEAN.....	3
1.1.2 ORÍGENES Y PROGRESO DEL LEAN	3
1.1.3 FUNDAMENTOS DEL LEAN	4
1.1.4 DESPERDICIO	6
a) SOBREPRODUCCIÓN.....	6
b) ESPERAS	7
c) TRANSPORTE y EXCESO DE MOVIMIENTOS.....	7
d) EXCESO DE INVENTARIO	7
e) DEFECTOS	9
f) SOBREPROCESAMIENTO.....	9
g) RR.HH. MAL UTILIZADO.....	9
1.2 HERRAMIENTAS DEL LEAN.....	9
1.2.1 LAS 5 S.....	10
a) SEIRI – CLASIFICAR Y ELIMINAR.....	10
b) SEITON – ORDENAR.....	11
c) SEISO - LIMPIEZA E INSPECCIÓN	11
d) SEIKETSU – ESTANDARIZAR	12
e) SHITSUKE – DISCIPLINA	12
1.2.2 CAMBIO RÁPIDO DE HERRAMIENTAS SMED	13
a) HERRAMIENTAS A UTILIZAR EN SMED	13
b) FASES DEL SMED	15
1.2.3 POKA YOKE.....	17
a) TIPOS DE MECANISMO DE POKA YOKE.....	17
b) TIPOS DE ERRORES DETECTADOS POR POKA YOKE	18
1.2.4 ANDON: CONTROL VISUAL.....	19
a) TIPOS DE INDICADORES PARA EL CONTROL VISUAL	19
1.2.5 PROPUESTA DE ESTADARIZACIÓN DEL TRABAJO	20

a)	DISTRIBUCIÓN DE CARGA DE TRABAJO (TIEMPO DE OPERACIÓN)	20
b)	SECUENCIA DE OPERACIÓN	21
c)	NIVEL DE INVENTARIOS	21
d)	PUNTOS CRÍTICOS	21
1.2.6	KANBAN	21
1.2.7	VALUE STREAM MAPPING (VSM)	22
2.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	26
2.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	26
2.1.1	PRODUCTOS QUE ELABORA	26
2.1.2	ORGANIZACIÓN	29
2.1.3	VISIÓN Y MISIÓN	30
2.1.4	DESCRIPCIÓN DEL MERCADO META DE LA EMPRESA	31
2.1.5	CADENA DE VALOR	32
2.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PAPEL FOTOCOPIA	33
a)	CORTE DE HOJAS:	34
b)	SELECCIÓN DE HOJAS:	35
c)	PEGADO DE PAQUETES:	35
d)	ENCAJADO DE EMPAQUES:	36
e)	ENZUNCHADO CAJAS:	36
3.	DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	38
3.1	SELECCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN A ESTUDIAR	38
3.2	DIAGNÓSTICO DE LAS FASES DE PRODUCCIÓN SELECCIONADAS	41
3.2.1	ANÁLISIS DE LA LINEA DE PRODUCTO A ESTUDIAR	42
3.2.2	DESARROLLO DEL MAPA DEL FLUJO DEL VALOR (VSM)	42
a)	VALUE STREAM MAPING ACTUAL	47
3.2.3	TIPIFICACIÓN DE LOS DESPERDICIOS EN EL VALUE STREAM MAPPING ACTUAL	49
a)	INVENTARIOS	49
b)	MOVIMIENTOS INNECESARIOS	51
c)	PARADAS DE MAQUINA	52
d)	PARADAS DE HORAS HOMBRE	53
3.2.4	IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS A UTILIZAR SEGÚN LOS DESPERDICIOS ENCONTRADOS	54
4.	APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MEJORA DE ACUERDO CON LAS NECESIDADES DETECTADAS	55
4.1	APLICACIÓN DE 5'S	55
4.1.1	SITUACIÓN ACTUAL	58

4.1.2	DEFINICIÓN DE CAPACITACIONES	59
a)	IMPLEMENTACIÓN DE SEIRI	59
b)	IMPLEMENTACIÓN DE SEITON	60
c)	IMPLEMENTACIÓN DE SEISO	62
d)	IMPLEMENTACIÓN DE SEIKETSU	67
e)	IMPLEMENTACIÓN DE SHITSUKE	67
4.1.3	CONTROL DE ACTIVIDADES	67
4.2	APLICACIÓN DE SMED	68
4.2.1	SMED CAMBIO DE MATERIAL	68
4.2.2	SMED CAMBIO DE CUCHILLA	73
4.3	APLICACIÓN BALANCE DE LÍNEA ANTES Y DESPUES DE LA MEJORA	78
4.3.1	BALANCE DE LÍNEA DE LA SITUACIÓN ACTUAL	78
4.3.2	BALANCE DE LÍNEA SITUACIÓN PROPUESTA	78
5.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS INICIATIVAS DE MEJORA	80
5.1	COSTOS DE PERSONAL	80
5.2	GASTOS POR IMPLEMENTAR DE LAS INICIATIVAS DE MEJORA	80
5.2.1	GASTOS POR IMPLEMENTAR 5 S	80
5.2.2	GASTOS POR IMPLEMENTAR SMED	83
5.3	AHORRO GENERADO POR IMPLEMENTAR LAS PROPUESTAS DE MEJORA	84
5.3.1	AHORRO POR IMPLEMENTAR 5S	84
5.3.2	AHORRO POR IMPLEMENTAR SMED	85
5.4	FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO	85
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
6.1	CONCLUSIONES	88
6.2	RECOMENDACIONES	89
7.	BIBLIOGRAFÍA	91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 "Casita Lean"	6
Ilustración 2 El lado oculto del exceso de inventarios	8
Ilustración 3 Tarjeta roja para 5S	11
Ilustración 4 Ejemplo de flujograma	14
Ilustración 5 Ejemplo de Diagrama de Proceso de Operación	15
Ilustración 6 Ejemplo de Poka Yoke del tipo físico	18
Ilustración 7 Matriz Producto Proceso	23
Ilustración 8 Ejemplo de VSM Actual	24
Ilustración 9 Ejemplo de VSM Futuro	25
Ilustración 10 Cantidad producida por máquina vs Porcentaje Acumulado.....	28
Ilustración 11 Cantidad producida por centro de trabajo vs Porcentaje acumulado.....	28
Ilustración 12 Organigrama de la empresa.....	30
Ilustración 13 Principales actividades mercantiles que demandan los productos de origen papelerero en el Perú.....	31
Ilustración 14 Cadena de Valor	32
Ilustración 15 Diagrama Analítico de Procesos	34
Ilustración 16 Diagrama de la estación de trabajo.....	37
Ilustración 17 Demanda Real vs Demanda Pronosticada.....	38
Ilustración 18 Demanda Histórica del Producto vs Capacidad de Producción en Millares	42
Ilustración 19 Value Stream Mapping Actual	47
Ilustración 20 Tiempo de ciclo de cada estación.....	48
Ilustración 21 Diagrama de Causa y Efecto de exceso de inventario.....	50
Ilustración 22 Diagrama de Recorrido del proceso de producción del papel fotocopia	51
Ilustración 23 Pareto de Paradas de Horas Maquina en horas.....	53
Ilustración 24 Pareto de Paradas de Horas Hombre en horas.....	54
Ilustración 25 Procedimiento de implementación de 5 S	56
Ilustración 26 Insumo desordenado en máquina	57
Ilustración 27 Herramientas no rotuladas.....	57
Ilustración 28 Herramientas mal posicionadas	57
Ilustración 29 Tarjeta de clasificación de objetos	60
Ilustración 30 Nueva ubicación de zonas delimitadas.....	62
Ilustración 31 Diagrama de recorrido del "Cambio de material"	70
Ilustración 32 Set up Cambio de Material Tiempos en minutos	72
Ilustración 33 Diagrama de recorrido del método propuesto "Cambio de material"	73
Ilustración 34 Diagrama de recorrido del "Cambio de cuchilla"	75
Ilustración 35 Set up Cambio de Cuchilla Tiempos en minutos	76
Ilustración 36 Cinturón porta herramientas.....	77
Ilustración 37 Diagrama de recorrido del método propuesto "Cambio de cuchilla"	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de productos de la empresa	26
Tabla 2 Distribución de los Centros de Trabajo y máquinas.....	27
Tabla 3 Segmentación de productos según su margen de rentabilidad	29
Tabla 4 Demanda Real vs Pronóstico.....	39
Tabla 5 Demanda de producción de papel fotocopia del año 2019 en millares	40
Tabla 6 Porcentaje de demanda atendida de papel fotocopia del año 2019 en porcentaje	40
Tabla 7 Cantidad de merma en kilos por máquina por tipo.....	41
Tabla 8 Porcentaje de merma en kilos por máquina por tipo	41
Tabla 9 Indicadores de Rendimiento para el cálculo de la OEE	43
Tabla 10 Detalle de OEE por procesos.....	48
Tabla 11 Cálculo de Takt Time	49
Tabla 12 Paradas de Horas Máquina de máquina fotocopia (en horas)	52
Tabla 13 Paradas de Hombre de máquina fotocopia (en horas)	53
Tabla 14 Herramientas a utilizar por cada desperdicio encontrado.....	54
Tabla 15 Miembros del comité 5S	55
Tabla 16 Cronograma de implementación de 5S	58
Tabla 17 Lista de herramientas de y objetos y la frecuencia de uso	59
Tabla 18 Tabla de Clasificación de elementos	61
Tabla 19 Check list de Orden y Limpieza	63
Tabla 20 Plan de mantenimiento de limpieza semanal	65
Tabla 21 Actividades y tiempos en segundos y minutos de los cambios de set up de "Cambio de Material"	69
Tabla 22 División de actividades internas, externas y eliminadas. Método actual vs Método propuesto	71
Tabla 23 Actividades y tiempos en segundos y minutos de los cambios de set up de "Cambio de Cuchilla"	74
Tabla 24 División de actividades internas, externas y eliminadas. Método actual vs Método propuesto	76
Tabla 25 Balance de línea de la situación actual	78
Tabla 26 Tiempos reducidos por las mejoras propuestas	78
Tabla 27 Balance de línea de la situación propuesta.....	79
Tabla 28 Balance de línea de la situación luego de realizar segunda mejora.....	79
Tabla 29 Costo Total de Mano de obra mensual por operador	80
Tabla 30 Presupuesto de mano de obra para implementación de 5S.....	82
Tabla 31 Presupuesto de material e insumos para implementación de 5S	83
Tabla 32 Presupuesto de material e insumos para implementación de SMED	83
Tabla 33 Ahorro por implementación de 5S	84
Tabla 34 Ahorro por implementar SMED.....	85
Tabla 35 Flujo de caja del proyecto	86

INTRODUCCIÓN

El sistema de manufactura de papel del Perú, es de gran trascendencia en el progreso de la economía del país, ya que permite la posibilidad de plasmar las ideas, además de ser parte del desarrollo del ser humano desde su niñez hasta su adultez. Por lo tanto, es preciso realizar las actividades de la industria entre las distintas localidades del país de manera que agregue valía a los servicios prestados y, sobre todo, poder cumplir con las necesidades de los consumidores.

El área de manufactura de una empresa papelera, es un área en el cual se desarrolla donde existe bastante circulación de personas y materiales que permiten la fabricación de papel fotocopia. De esta manera es de vital trascendencia planificar correctamente para facilitar el recibimiento, el almacenaje y envío.

En el capítulo 1 se realiza la descripción y antecedentes históricos del Lean Manufacturing, metodología a analizar durante el presente documento, la principal motivación de esta investigación es poder encontrar una estrategia operacional para responder ante los cambios en la planificación del personal, debido a las demoras ocasionadas por la simultaneidad de los pedidos. Lo cual impacta significativamente en las ganancias de la empresa y el grado de complacencia de los clientes. Es por ello que el objetivo es diseñar una estrategia que permitan que el desempeño de los procedimientos de manufactura, almacenaje y envío de manera eficiente, para poder optimizar la calidad de los procedimientos de la compañía, descartando lo que utiliza los recursos de manera ineficiente y desperdicios, además añadir valía a los procesos que se efectúan en la línea de manufactura de papel fotocopia. Para ello se utilizan los conceptos previos que han servido en Japón como la empresa Toyota.

En el capítulo 2 se efectúa un análisis de la compañía para poder concretar el enfoque y los esfuerzos elegidos se realizará el estudio del escenario actual y se debe escoger aquellas áreas que generan mayor utilidad y sobre las mismas encontrar oportunidades de mejora. En el caso de la empresa es la del papel fotocopia

En el capítulo 3, se plantea un “diagnóstico inicial” a la compañía, mediante entrevistas con los operadores, diagrama de procesos, etc. Se pudo percibir carencias y dificultades, en principio en los procesos operativos y de control de operaciones, ya que, se toma un tiempo considerablemente alto para mandar a ejercer una tarea operativa desde al área de planificación y control de producción y que esta se llegue a colocar en la cola de tareas y finalmente llegue a ser iniciada, ocasionando “cuellos de botella”, se retrasa las actividades siguientes. Adicionalmente, se observó la ausencia de planificación para estandarizar los procesos, lo que lleva a plantear un estudio del escenario actual y proponer una mejoría con el objetivo de “aumentar la eficiencia”.

En el capítulo 4 se tiene previsto realizar la aplicación de las herramientas las herramientas de Gestión de flujos de Procesos productivos: VSM y de Lean Manufacturing: 5S, SMED y además hacer el análisis y diagnóstico de la fábrica en el proceso de gestionar las operaciones, donde se reconocerá los importantes inconvenientes que perturban a los indicadores de la fábrica.

Además, se describe las propuestas de mejora empleando las herramientas aludidas que mejoren el flujo de la operación y movimiento de inventario que permitan estimar la demanda con el fin de planificar adecuadamente las tareas.

En el capítulo 5 se realizará el análisis económico para validar los esfuerzos logrados para conseguir que el producto final, es decir el papel fotocopia, sea aquel que cumpla con las especificaciones del cliente, que satisfice sus necesidades y perciba su valía y esté dispuesto a pagarlo; y se vean reflejados en el flujo de caja y el retorno esperado por los accionistas, con ello ésta será capaz de incrementar su eficiencia y ser más competitiva frente a la manufactura papelería, y adicionalmente alcanzará mayor complacencia para sus consumidores.



1. MARCO TEÓRICO DE LEAN MANUFACTURING

En esta presente sección, se especificarán las definiciones y técnicas que se utilizará como fundamento para proponer y llevar a cabo las propuestas de mejora que se desarrollan en este informe de tesis. En consecuencia, se explicarán las definiciones de: Lean Manufacturing, los tipos de desperdicio, las herramientas que se utiliza para el diagnóstico de procesos tales como: 5 S, SMED, Poka Yoke, Andon, estandarización, VSM, etc.

1.1 LEAN MANUFACTURING

En el actual apartado se explicará el principio fundamental de Lean Manufacturing que especifica que “el producto o servicio que se brinda al consumidor debe concordar con lo que exige el cliente es por ello que es importante eliminar los desperdicios” (Rajadell, 2010). Además, se detallará la definición, el origen, los fundamentos y los tipos de desperdicio que afectan la eficiencia de una compañía.

1.1.1 DEFINICIÓN DE LEAN

Es una metodología de compromiso para lograr la mayor potencialidad de las corporaciones y del personal que trabaja en ella. Es un sistema que desarrolla equipos competentes de realizar e innovar procesos que forjen apreciable valor para el consumidor al mínimo costo para obtener ganancias y rentabilidad de manera sostenida. El sistema Lean provee un método de gestión que enfoca los esfuerzos de los equipos de todos los niveles (Socconini, 2019).

Lean Manufacturing es una “filosofía de trabajo”, establecida en la gente, que precisa la manera de perfeccionamiento y mejoramiento de los sistemas de fabricación centrándose en distinguir y erradicar cualquier tipología de “desperdicios”, los cuales se representan por determinados procedimientos o movimientos que utilizan mayor cantidad de recursos de los rigurosamente especificados. Las clases de “desperdicios” que se identifican en un proceso de fabricación son: sobreproducción, tiempos de espera, transportes, exceso de procesamiento, cantidad de inventarios, movimientos y desperfectos (Hernández Matías & Idoipe Vizán, 2013)

1.1.2 ORÍGENES Y PROGRESO DEL LEAN

El Lean Manufacturing se plantea cuando las compañías nacientes en Japón poseían como meta realizar procedimientos de mejoramiento en las plantas de producción en todos los niveles de la compañía.

Las técnicas iniciales para el mejoramiento de los procesos de fabricación iniciaron a comienzos del siglo XX por medio de Frederick Winslow Taylor y Henry Ford. Frederick Taylor instauró los cimientos de la “organización de la producción” en base al cumplimiento de la metodología científica a procedimientos, tiempo, equipo de trabajo, personal y movimiento. Luego de ello, Henry Ford propuso las “primeras cadenas de producción de autos” en masa en la cual se hizo uso intensificado de

la estandarización del producto, el uso de las maquinarias para faenas básicas, simplificación de la secuencia de actividades y traslados, sincronizar los procesos, especializar el trabajo y formación especial (Hernández Matías & Idoipe Vizán, 2013)

Según las investigaciones del ingeniero Huberto Núñez, “Al término de la centuria XIX surgió las primeras ideas de Lean Manufacturing en Japón por parte de Sakichi Toyoda, el fundador del Grupo Toyota. Sakichi Toyoda creó un dispositivo que detectaba problemas en los telares y alertaba a los trabajadores con una señal cuando se rompía un hilo. La máquina de Sakichi Toyoda no solo automatizó un trabajo que se hacía de manera manual, sino que añadió un elemento para poder detectar error en la máquina. Instituyó técnicas y métodos para suprimir los despilfarros entre cada operación, dentro de los flujos de producción”. El efecto conseguido fue la técnica Just in Time (Núñez, 2002).

El señor Eiji Toyoda incrementó la eficiencia del trabajo de los obreros e instituyó el Toyota Production System. El método está basado en fabricar solamente aquello que el cliente demanda (lo que se necesita) y en el momento que el consumidor lo requiere, esto se integró con la disminución del tiempo de cambio de instrumentales, por medio de la metodología SMED y distintas metodologías que engrandecieron el sistema Toyota. Taiichi Ohno, con el apoyo del señor Eiji Toyoda, contribuyó a instaurar el Toyota Production System, e instaurar los cimientos del “espíritu” de Toyota para el “Modelo Toyota” (Ohno, 1991).

Es así que se concluye que la fuente del Lean Manufacturing la iniciaron las compañías niponas que adoptaron una mentalidad, que se mantiene hasta la actualidad, la cual busca la manera de ejecutar el mejoramiento en la planta de producción empleando la comunicación a todo nivel y adoptaron principios de calidad y mejora continua logrando un “cambio de mentalidad” que no se produjo aún en varios años después en occidente.

1.1.3 FUNDAMENTOS DEL LEAN

El Lean Manufacturing se originó en la técnica de fabricación “*Just in Time*” que se desplegó en el decenio de los años 50 por la empresa Toyota. Es por ello que se desarrolla la explicación de la “Casa Lean” o “Casa Toyota” con el objetivo de visualizar la metodología que representa el Lean y los métodos aprovechables para su ejecución (Rajadell, 2010).

La “casita Lean” es una modalidad frecuente de representación del Toyota Production System, la cual debe de ser construida desde sus cimientos. Esta “casita” simboliza una organización que es poderosamente fuerte con la condición que la base y los pilares sean resistentes. En el instante que alguna de los componentes esté en condición deficiente todo el conjunto de la estructura se debilita. De acuerdo con (Romero, 2015) la casita Lean está compuesta de 4 elementos:

- **Los cimientos:** Son aquellos que le dan estabilidad a la casa. Se basan en el establecimiento de una “cultura”, de la metodología Lean. Algunos ejemplos de cimientos pueden ser: La producción nivelada (Heijunka), Gestión visual, los procesos y operaciones con estandarización y confiabilidad; y que la empresa posea un pensamiento a largo plazo.
- **El corazón:** Se trata de la búsqueda de mejorar continuamente. La maquinaria y personal laboran encaminados a alcanzarla, para ello buscan disminuir los desperdicios y la ineficiencia; y todo aquello que limite su alcance.
- **Los pilares:** En los pilares se hallan las herramientas de Lean. Se tiene como ejemplo “**JUST IN TIME**” que radica en fabricar solo “lo que se necesita”, en el volumen que hace falta y en el momento que se solicita y “**JIDOKA**” la cual es una herramienta cuya función permite que detecte y corrija los fallos de la fabricación, por lo cual utiliza para ello el mejoramiento de los procesos y dispositivos convenientes para que alerten las anomalías.
- **El tejado:** En este elemento se ejemplifica los efectos de la firmeza de los demás elementos de la “casita”. Se procura obtener el Lead Time más pequeño, una excelente calidad y la tarifa más cómoda. Además de calidad, costes, plazos, seguridad.

Lean se extiende en la compañía para la aplicación una lista de herramientas. Además, la construcción de una filosofía y cultura corporativa fundamentada en las premisas del Sistema Toyota debe verse como un proyecto a largo plazo. Usando esta analogía de la “casita Lean”, se puede entender la razón por la cual si las empresas que no ponen los cimientos nunca pueden construir una "casa". En la Ilustración 1 se observa un ejemplo del diagrama de la "Casita Lean" cuyas columnas son Just in Time y Jidoka.



Ilustración 1 "Casita Lean"

Fuente: (Romero, 2015)

1.1.4 DESPERDICIO

El desperdicio es aquello que no contribuye a entregar valía al producto o aquel es totalmente prescindible para producirlo. Se determina que se agrega “valor” cuando la meta del diseño de los procesos es convertir las materias primas en otro componente con las particularidades exigidas por el cliente el cual va a adquirirlo ya que percibe su valor.

El desperdicio y el valor que se añade son las características principales para clasificar los procesos de la compañía. Aquello que verdaderamente importa para el desarrollo de un negocio es el valor que se añade al producto. La mejora continua debería ser aquella iniciativa principal del grupo humano de la compañía (Gómez, 2015).

Posteriormente, se presenta los 8 tipos de despilfarros asociados al Lean Manufacturing (Gómez, 2015):

a) SOBREPDUCCIÓN

Este tipo de desperdicio es procedente del efecto de elaborar o producir en mayor cuantía de lo que se requiere del acuerdo entre el plan de producción y ventas. Este efecto se puede observar cuando la empresa posee maquinaria con más capacidad de la establecida en productos que no lo requieran. Según lo investigado por Hernández y Vizán, “La sobreproducción es un desperdicio crítico porque no incita a la mejora ya que parece que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita para nada, lo que representa claramente un consumo inútil de material que a su vez provoca un incremento de los transportes y del nivel de los almacenes. El despilfarro de la sobreproducción abre la puerta a otras clases de

desperdicio”. En varias oportunidades la razón por la cual existen estos tipos de desperdicios es la holgura de la capacidad de las máquinas. Los obreros, por preocupación en no reducir su productividad en los de indicadores de producción, utilizan el excedente de capacidad produciendo material adicional, los cuales no necesariamente se necesitan (Hernández y Vizán, 2013).

b) ESPERAS

Según Gómez (2015), el despilfarro por tiempos de esperas es aquel tiempo desperdiciado por consecuencia de un mal ordenamiento del trabajo o un proceso ineficaz y un flujo mal elaborado.

Los procesos que no están correctamente estandarizados pueden inducir que los operadores estén detenidos sin actividad asignada, entre tanto los demás operadores están con mucha carga de trabajo. Por esta razón es necesario analizar cómo disminuir o eliminar el tiempo que se pierde mientras se está fabricando los productos. Es importante poder balancear adecuadamente la carga de trabajo.

Las probables causas del desperdicio de esperas son:

- Ausencia de instrucciones estandarizadas de los procedimientos.
- Elevado tiempo de preparativo de arranque de maquinaria o de cambio de herramientas.
- Retrasos generados por faltas de insumos.

c) TRANSPORTE y EXCESO DE MOVIMIENTOS

Según (Gómez, 2015) “se deben disminuir los trayectos entre las máquinas en las líneas de fabricación, el objetivo es que los materiales no deben esperar entre puestos, de tal manera que deben fluir sin esperas o stocks intermedios”. La mejor forma de evitarlo es optimizar la distribución de la maquinaria y de la movilización de stock en la planta, ya que el hacerlo incrementa la probabilidad de ser dañado.

Es por ello que al optimizar el *layout* y el flujo de materiales se minimiza la cantidad de horas que no añaden valía al flujo.

Las probables causas del desperdicio de transporte son:

- Diseño de procedimientos ineficientes y sin flexibilidad.
- Existencia de tiempo sin aprovechamiento de productos antes de que ingresen a ser procesados.
- Alta cantidad de inventarios intermedios.

d) EXCESO DE INVENTARIO

El almacenaje de productos representa la manera de despilfarro más indiscutiblemente visible debido a que encubre la ineficiencia de las cadenas de suministro y los inconvenientes que se muestran desde un tiempo considerable como el exceso de inventario (Krajewski, 2013). Los inventarios son contemplados como las señales que son visibles de una planta que no es eficiente, debido a:

- Ocultan artículos y material obsoleto, con defectos, con fecha próxima de caducidad, etc., pero que aún no se ha decidido su disposición final, y son cubiertos mediante los inventarios.
- Requieren de cuidado, mantenimiento, supervisión, rendición de cuentas, manejo administrativo, debido a la ubicación en donde se encuentren.
- Minimiza la rentabilidad. El enunciado “inversión en stock” es una equivocación, debido a que no aportan retribución sobre la inversión.
- Se genera un coste difícil de contabilizar: fallas al manipular el material, obsolescencia del material, tiempo utilizado para detectar errores, aumento del lead time e insatisfacción del consumidor, aumento de la dependencia de los pronósticos de ventas, etc.

El desperdicio por almacenaje es el efecto de poseer un mayor número de inventarios de los que se necesita para atender los requerimientos inmediatos. El acto de acumular materiales, precedentemente e inmediatamente de los procesos, muestra que el movimiento de fabricación no es fluido. El mantener los inventarios ocultan las complicaciones; sin embargo, jamás los soluciona.

En la Ilustración 2 se observa una analogía del “El lado oculto del exceso de inventarios” donde se representa un pequeño barco cuya transformación de materia prima a producto terminado al cliente, presenta varios obstáculos tales como problemas de calidad, programación pobre, tiempos de *set-up* largos, líneas no balanceadas o falta de limpieza; los cuales se ven ocultos por el gran nivel de inventarios que “cubre” estos problemas, que permiten la transformación a productos terminados.

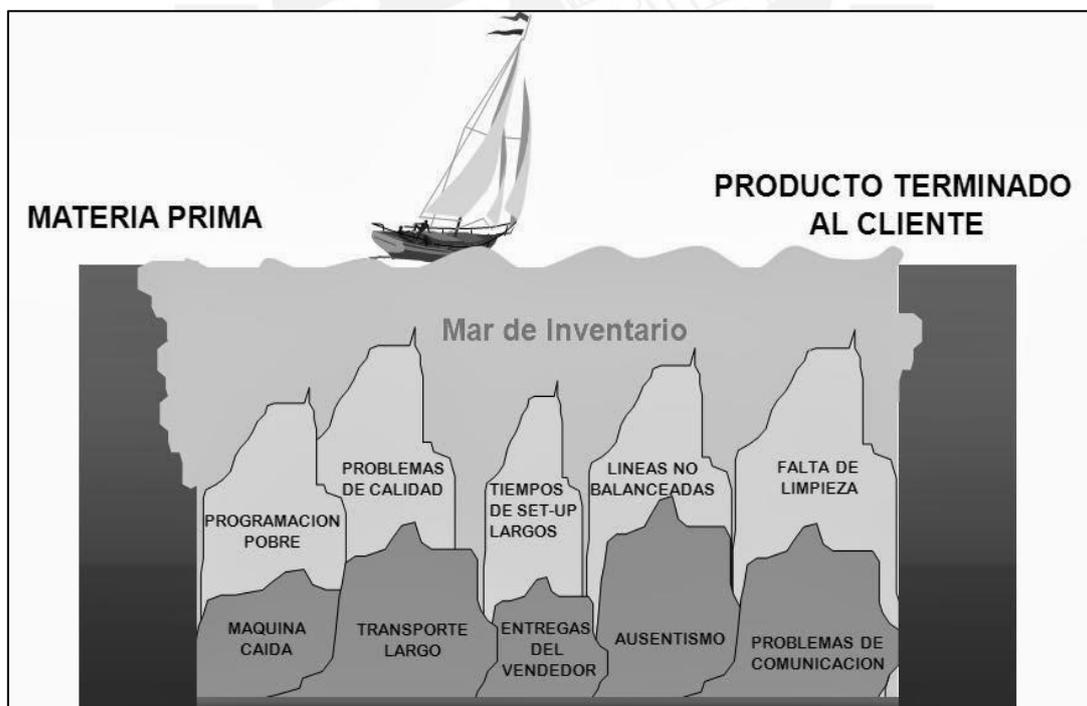


Ilustración 2 El lado oculto del exceso de inventarios
Fuente: (Krajewski, 2013)

e) DEFECTOS

El desperdicio que se deriva de las fallas es uno de los desperdicios que más se ha normalizado en la manufactura y servicios, a pesar de que ocasiona gran merma de la eficiencia productiva ya que implica realizar trabajo adicional o reproceso que debe ejecutarse como resultado de no haber realizado adecuadamente los procesos cuando se fabrica al inicio del proyecto.

Según Hernández y Vizán “Los procesos productivos deben estar diseñados a prueba de errores, para conseguir productos acabados con la calidad exigida, eliminando así cualquier necesidad de retrabajo o de inspecciones extras. También debería haber un control de calidad en tiempo real, de modo que los defectos en el proceso productivo se detecten justo cuando suceden, minimizando así el número de piezas que requieren inspección adicional y reproceso de trabajo” (Hernández y Vizán, 2013).

f) SOBREPESAMIENTO

Se ocasionan cuando los procesos no se inspeccionan y no son optimizados, de tal forma que se acaban repitiendo actividades que, de analizarse y estandarizarse, serían consideradas prescindibles y posteriormente, suprimidas. Se debe verificar si un proceso y o actividad en concreto es necesario y descartar las actividades que no sean imprescindibles. La clave está en eliminar aquellos procesamientos que no afecte a la calidad del producto o servicio (Hoy, 2017).

g) RR.HH. MAL UTILIZADO

Según el sitio web (Hoy, 2017) el recurso mal utilizado se refiere cuando no se aprovecha las capacidades de cada uno de los empleados a beneficio de la compañía y se les impulsa a hacer uso de su ingenio y entendimiento. Por lo general la empresa se desarrolla bajo un sistema de estructura vertical de la organización. Además, como razones del desperdicio puede mencionar “una política de compañía antigua, no querer reconocer la competitividad para no acrecentar la remuneración, o que exista insuficiente cultura de innovación en la compañía”.

Es importante poder incentivar la investigación, el desarrollo e innovación en los obreros para poder simplificar el flujo de las operaciones y estar en constante movimiento de ideas.

1.2 HERRAMIENTAS DEL LEAN

El Lean Manufacturing se aplica en la industria mediante el estudio de una vasta diversidad de metodologías, disímiles entre cada una de ellas, las cuales se han ejecutado exitosamente en compañías de sectores y tamaños muy distintas entre sí.

1.2.1 LAS 5 S

Según (Hernández Matías & Idoipe Vizán, 2013) “La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo. Las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito respectivamente”.

Es una metodología que se utiliza a nivel global con óptimo impacto por su simplicidad y eficiencia, es conocida ser la primera técnica a ejecutar en una compañía que implemente Lean Manufacturing. Esta causa efectos palpables y medibles para la organización, que se puede percibir a la vista y de valioso impacto en un “breve plazo de tiempo”. Es un método mediato de que los operadores perciban la trascendencia y la efectividad de esta herramienta en su área laboral y en los sucesos desde los menos a los más trascendentales, y que su ambiente se basa en sí mismo, y se obtiene una actitud proactiva y optimismo en su puesto laboral.

a) SEIRI – CLASIFICAR Y ELIMINAR

La 5 S de apertura simboliza “clasificar y eliminar” del puesto laboral aquellos objetos innecesarios o que no son útiles para la labor que desempeña.

Se basa en apartar lo “necesario de lo innecesario” y fiscalizar el traslado de los objetos para evadir algún obstáculo y objetos que se puedan prescindir y que produzcan despilfarros tales como: el aumento de la manipulación y transporte, tiempo perdido en encontrar objetos discontinuados, espacio insuficiente, etc.

La manera de clasificarlo implica el uso de unas “tarjetas rojas” para detectar elementos capaces de ser característicos y se concluye si se les debe considerar como un desperdicio (Gómez, 2015).

En la Ilustración 3 se observa un ejemplo de una tarjeta roja que se utiliza para clasificar los objetos, esta se coloca en los objetos analizados dentro de la zona de estudio.

ALMACÉN DE REFACCIONES		No.
TARJETA ROJA		
Fecha:	Turno:	
Responsable:		
Material/Artículo:		
Cantidad:		
PLAN DE ACCIÓN		
Buscar código		
Reubicar		
Codificar		
Eliminar		
Otro(especifique):		
Comentario:		
Fecha p/concluir acción:		

Ilustración 3 Tarjeta roja para 5S
(Barrios, 2019)

b) SEITON – ORDENAR

Según Gómez, la segunda “S”, consiste realizar el ordenamiento de los objetos ya catalogados como necesarios, de tal manera que se localicen con facilidad; posteriormente, destinar la zona de ubicación identificándolos para permitir el rastreo y el regreso a la posición originaria. La implementación del “Seiton” implica:

- Definir la demarcación de las zonas de trabajo, almacenamiento y vía de tránsito.
- Proporcionar un espacio conveniente, cada “cosa en su lugar y un lugar para cada cosa”.

Para ello, es necesario decidir dónde se van a colocar los productos y cómo ordenarlos, se va a tener en consideración la periodicidad de utilización y los estándares de seguridad, calidad y eficiencia. Se procura lograr niveles precisos de pedidos, producción eficiente y de alta calidad y brindar a los empleados un ambiente de trabajo propicio para el correcto desempeño de su trabajo. (Gómez, 2015)

c) SEISO - LIMPIEZA E INSPECCIÓN

Según (Hernández y Vizán, 2013), “Seiso”, se refiere a la limpieza, inspección del ambiente para identificar defectos y suprimirlos, es decir. Prever con anticipación y eliminar los defectos. Su aplicación incluye

- Hacer que el aseo sea parte de tu rutina diaria.
- Adjudicarse el aseo como una actividad de verificación necesaria.
- Concentrar los esfuerzos en la erradicación de los “focos de suciedad” que en los efectos de ellas.

- Mantener los artículos en condiciones adecuadas significa recuperar los artículos con fallas y/o ajustarlos para el uso más eficiente, así como reemplazar los artículos que no funcionan o que se pueden reparar.

La limpieza es el primer ejemplo de inspección que se realiza a la maquinaria. Sirve para poder corregir a través de la detección. A través de esta tercera fase del método se puede observar si el motor de una máquina pierde el lubricante, o si coexisten evasiones de cualquier índole, también si hay alguna herramienta como tornillos sin ajustar correctamente, algún cable suelto o enredado, etc.

d) SEIKETSU – ESTANDARIZAR

La cuarta fase de la metodología conocido como SEIKETSU permite unificar los objetivos una vez realizadas las tareas de las tres primeras fases “S”. Esto se consigue debido a que logra ordenar y estandarizar lo logrado para poder permitir que se consiga que los efectos imperecederos en el tiempo. Al estandarizar se seguirá un procedimiento para ejecutar un listado de incisos que permita que a la empresa poseer un orden establecido. Al establecer la estandarización implicará una manera eficiente de trabajar para todo el personal de la organización, debido a que se puede evitar demoras y movimientos innecesarios (Barrios, 2019).

La implementación ofrece las ventajas mencionadas:

- Cuidar el nivel alcanzado con las tres primeras “S”.
- Establecer y mantener el estándar de aseo y verificar su correcta aplicación.
- Comunicar a todos los empleados la relevancia de cumplir las normas.
- Desarrollar hábitos de estandarización de la organización, ordenamiento y aseo.
- Impedir la proliferación de equivocaciones en el aseo que podría ocasionar accidentes.

e) SHITSUKE – DISCIPLINA

SHITSUKE significa disciplina en español y su meta es adquirir la práctica de utilizar metodologías estándar y aceptar solicitudes patrón. Su implementación está vinculada al “desarrollo de una cultura de autodisciplina” para hacer resilientes los proyectos 5S.

Este objetivo lo convierte al mismo tiempo en la etapa más simple y con mayor dificultad. Es más sencilla porque se aplica las reglas establecidas y el mantenimiento de la situación. Su implementación es la más dificultosa, ya que es dependiente del nivel de complejidad de casos 5 S con el transcurso del paso del tiempo de la ejecución del proyecto. El dirigente de la implementación de esta metodología, elabora distintos mecanismos para realizar la inspección a través de la vista, tales como: flechas direccionales, letreros de localización, luz y alertas (Hernández y Vizán, 2013).

1.2.2 CAMBIO RÁPIDO DE HERRAMIENTAS SMED

SMED por sus abreviaturas en la lengua inglesa (*Single-Minute Exchange of Dies*), es una técnica que procura la disminución del tiempo de *set-up* de los equipos. Esto se logra analizando los procesos e implementando cambios esenciales en la maquinaria, utilería, instrumentales e inclusive el producto a fabricar, que reduzcan el tiempo de preparamiento de máquina. Estas modificaciones involucran eliminar ajustes y estandarizar los procesos mediante la disposición de nuevos mecanismos (Hernández y Vizán, 2013).

Es importante reducir los tiempos establecidos, si el tiempo de respuesta y preparación es grande, y si el lote de producción es de gran volumen, lo invertido en inventarios es enorme (Hernández y Vizán, 2013). Si el tiempo de respuesta es pequeño, se puede fabricar grandes cantidades cada día, descartando implícitamente el requerimiento de realizar una gran inversión en inventarios.

a) HERRAMIENTAS A UTILIZAR EN SMED

A continuación, se muestran las herramientas utilizadas para SMED, su importancia radica en el modo en el cual las herramientas son usadas y relacionadas conjuntamente y se reflejen al aplicarlos los logros alcanzados para poder reducir el tiempo de preparación. (Gómez, 2015)

- **Uso del cronómetro:** Realizar la medición del tiempo en divisiones más pequeñas
- **Gráfico de Gantt:** Este gráfico se utiliza para el planeamiento y control de una cadena de actividades definidas para una etapa determinada. Posee dos ejes principales: en el eje vertical se posicionan las actividades a ejecutar a partir el comienzo e incluso la terminación del plan; por otro lado en el horizontal se colocan los tiempos. (Barcelona, 2020).
- **Flujograma:** Es un esquema que señala el flujo y cantidad de operaciones que siguen una secuencia de un proceso o procedimiento para poder efectuar la realización de un bien o un servicio. (Krajewski, 2013).

En la Ilustración 4 se observa un ejemplo de un flujograma de un procedimiento de pago.

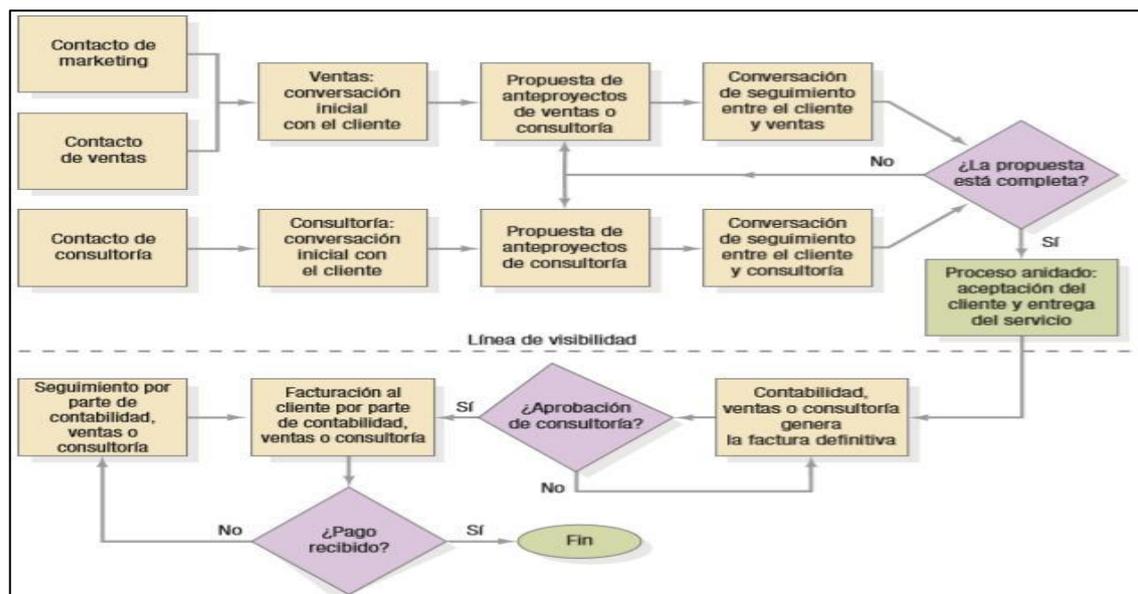


Ilustración 4 Ejemplo de flujograma

Fuente: (Krajewski, 2013)

- **Diagrama de Pareto:** Es una herramienta ilustrativa cuyos ejes representan la frecuencia de una serie de causas ordenadas desde la más significativa hasta la menos significativa. Obedece el principio del “80% de la riqueza es poseída por el 20% de las personas, el 80% de las personas poseen el 20% de la riqueza” (Pareto, 1907).
- **Histogramas:** Es una herramienta estadística que grafica el valor de los datos en representación de barras, en el cual el eje vertical está en proporción a los valores emanados, y con respecto al eje horizontal se refiere a los intervalos de la categorización (Krajewski, 2013).
- **Diagrama de Ishikawa:** Es una herramienta que define una técnica de análisis de “causa y efecto” para solucionar problemas, ya que busca encontrar los motivos que ocasionan un problema en particular, ya que relaciona el efecto a analizar con los probables motivos que lo provocan (Lean Solution, 2019).
- **Diagrama del Proceso de Operación:** Son aquellos diagramas que utilizan “símbolos gráficos” para simbolizar las etapas o pasos de un procedimiento. Asimismo, permite relatar la secuenciación de los distintos pasos y su interacción entre ellas. (Lean Solution, 2019).

En la Ilustración 5 se observa un ejemplo de Diagrama de proceso de operación de una Admisión a la sala de urgencias, en la cual se muestran los componentes principales tales como el nombre del proceso, los involucrados, el listado de los procesos y la descripción de los mismos con sus respectivos detalles de tiempo y distancia en pies.

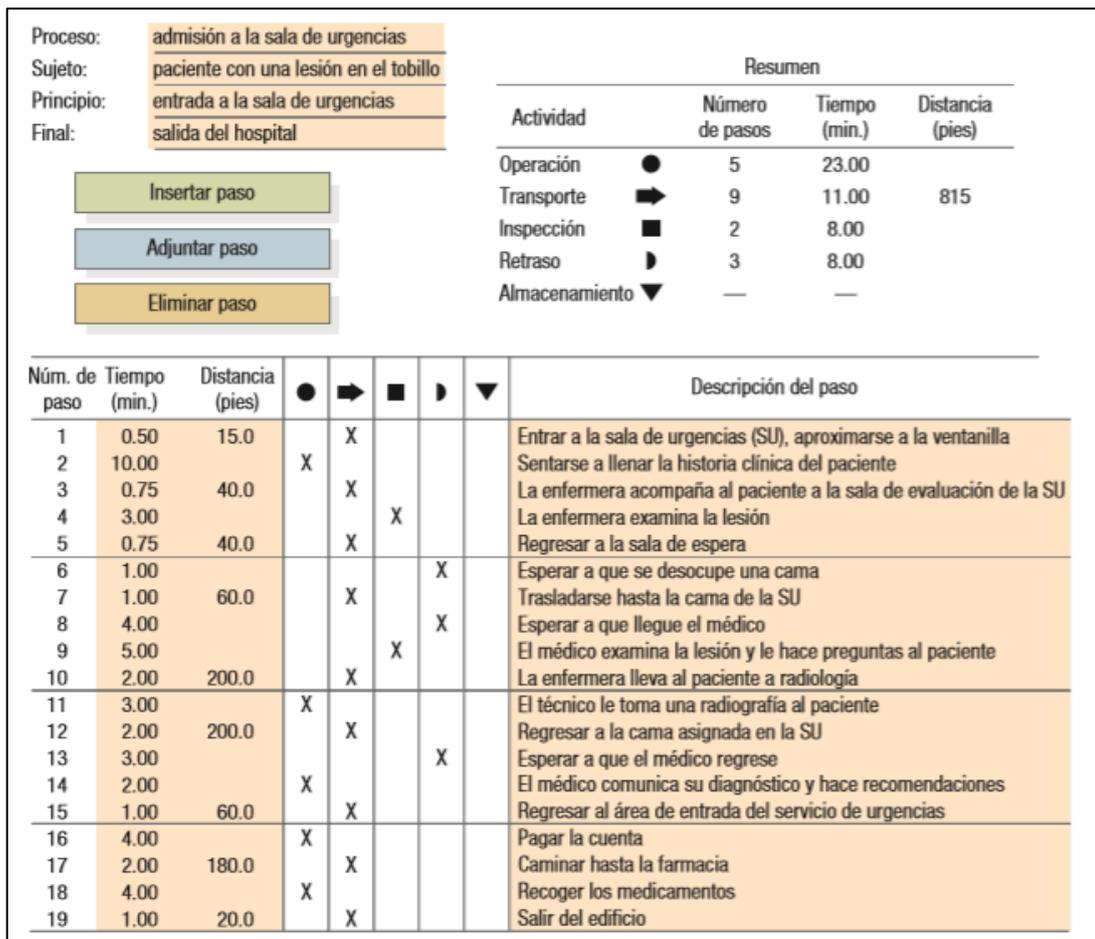


Ilustración 5 Ejemplo de Diagrama de Proceso de Operación (Krajewski, 2013)

b) FASES DEL SMED

Subsiguientemente, se plantea las etapas para poder explicar la metodología de SMED en una empresa manufacturera (Rajadell, 2010).

1.- ETAPA PRELIMINAR

En esta etapa se plantea que todo lo que se desconoce no se puede perfeccionar, se procederá a realizar una inspección y analizar el procedimiento, y se verificará la gran cantidad de movimientos innecesarios, traslados, distracciones, etcétera, que cometen los operadores.

En esta fase se desarrolla un estudio minucioso del proceso del inicio de cambio de herramientas mediante las actividades mencionadas:

▪ **Registrar los tiempos de cambio y preparación:**

- Toma de tiempos para identificar la media y la variación de los tiempos.
- Identificar las raíces de la incertidumbre y analizarlas.

- **Analizar las circunstancias en las cuales se llevará a cabo esta etapa:**

- Estudios con cronómetro y toma de tiempos.

- Entrevistas con el operador y supervisores.

2.- PRIMERA ETAPA: APARTAR LAS TAREAS INTERNAS DE LAS EXTERNAS

En esta etapa será preciso efectuar una lista de las operaciones ejecutadas cuando se realiza el *set-up* de la máquina, para poder validar cuáles son internas (las cuales necesitan que la maquina pare operaciones) y externas (actividades que se ejecutan durante el procesamiento).

Es bastante conveniente hacer un listado de verificación con todas las actividades y avances precisos para la operación, incluidos el nombre, la especificación, herramientas a utilizar, los parámetros de la maquinaria, etc.

3.- SEGUNDA ETAPA: TRANSFORMAR TAREAS INTERNAS EN EXTERNAS

El tiempo que se emplea en actividades que no implican alguna transformación en esta etapa se considera un desperdicio el cual debe eliminarse. En esta fase es preciso realizar una inspección detallista de las actividades internas, para realizar la transformación oportuna y poder conseguir mayor eficiencia.

Se sugiere:

- Realizar una nueva evaluación para verificar si algún paso externo está siendo considerado como interno.
- Eliminación de ajustes: las actividades de ajuste, por lo general representan del 55% al 75% del tiempo de preparación interna. Es preciso disminuir el lapso de tiempo parado para minimizar el tiempo general de *set-up*. Los ajustes en exceso implican que se demora un tiempo considerable en volver a poner en funcionamiento la máquina según la nueva especificación solicitada. (Socconini, 2019)

4.- TERCERA ETAPA: PERFECCIONAR LAS TAREAS INTERNAS Y EXTERNAS

En la presente fase se procura mejorar las tareas de la operación de *set-up*, donde se incluya en su totalidad cada una de las actividades esenciales para su desarrollo ya sean tareas externas e internas.

Se puede mejorar el resto de operaciones internas y externas, incluso las disminuciones derivadas de las fases anteriores. Este trabajo propone un elevado perfil detallado y, aunque se requiera gran imaginación y una adecuada inversión tecnológica en dispositivos e innovación. En efecto, la mayoría de los dispositivos con los cuales se consigue la optimización cuentan con un nivel de estandarización en el mercado.

En esta etapa se pueden disminuir las actividades internas mínimas que permanecen y se logran mejorar las otras actividades externas.

SMED cambia la suposición de que los cambios de herramientas o preparación demandan mucho tiempo para realizarse. El concepto radica en investigar las actividades de preparación interna y preparación externa. (Rajadell, 2010)

1.2.3 POKA YOKE

Un mecanismo “*Poka Yoke*” es aquel dispositivo que refuerza la prevención de las fallas antes de que acontezcan, además puede hacer que los errores sean muy evidentes con el fin de que el operador pueda notarlo por sí mismo y lo corrija en el momento que sucedan estas fallas y no cuando ya es muy tarde. (Lean Solution, 2019)

Poka Yoke es también conocido como un sistema de auto inspección, para que la tarea que se esté realizando sea “a prueba de errores”, los cuales buscan evitar los defectos en la producción. Esta herramienta se caracteriza por su sencillez, económicos, su eficacia y tienen tres funciones contra las fallas: parar, controlar y avisar de estos defectos (Hernández y Vizán, 2013).

Según las investigaciones de Hirano un defecto o error concurre en dos momentos: cuando está “a punto de ocurrir”, o ya ocurrió. El Poka Yoke utiliza tres funciones esenciales contra los defectos: detención, control y advertencia. El reconocer que un defecto que está próximo a suceder se nombra “predicción”, e identificar que un error ya ocurrió se designa como “detección” (Hirano, 1988).

a) TIPOS DE MECANISMO DE POKA YOKE

A continuación se presentará la definición de 4 tipos de Poka Yoke según la metodología de uso ya sea físico, por secuencia de procesos, mediante uso de contador, mediante detección de condición crítica.

- **POKA YOKE FÍSICO**

Los Poka Yoke tangibles son dispositivos o mecanismos que permiten garantizar la “prevención” de fallas en las operaciones y en la mercancía terminada, a través de la tipificación de las inconsistencias de tipo de la apariencia del material. Pueden ser rechazo debido a sus dimensiones, peso, tamaño, forma, etc. (Santos, 2019).

En la Ilustración 6 se observa un ejemplo del tipo de Poka Yoke físico en el cual los materiales que no cumplen con las especificaciones de la ficha técnica que se solicita y son descartados del flujo de producción y desviados hacia otra línea donde se decidirá su destino el cual puede ser su reproceso o merma,

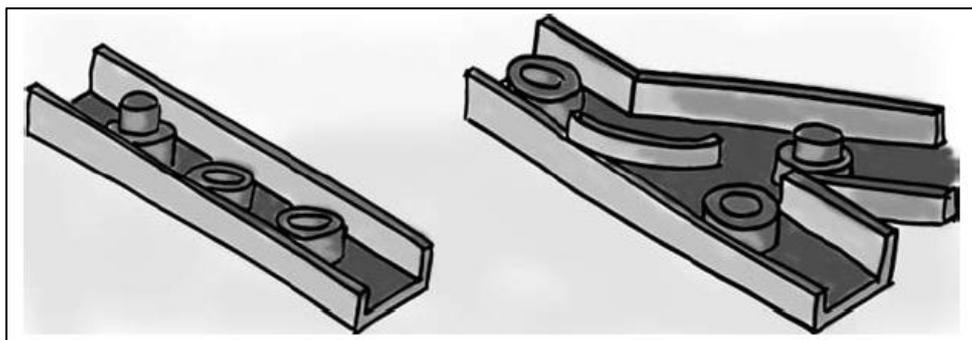


Ilustración 6 Ejemplo de Poka Yoke del tipo físico
Fuente: (Lean Solution, 2019)

- **POKA YOKE POR SECUENCIA DE PROCESOS**

La estación de trabajo subsiguiente no podría realizar si las técnicas a utilizar en la máquina o el operador durante el desarrollo de los procesos no siguen los procedimientos estándares. Esto se puede lograr mediante un diseño de un flujograma y un manual de instrucciones, los cuales deberán ser comunicados y entrenar preventivamente a los operadores (Hirano, 1988).

- **POKE YOKE MEDIANTE USO DE UN CONTADOR**

Se utiliza como un estándar una cantidad objetiva, tales como la cantidad de procedimientos o piezas. Si la magnitud actual es diferente al objetivo, se deberá generar una alerta al operador, una opción viable sería la vibración de una alarma, o una que exista una luz parpadeante (Hirano, 1988).

- **POKA YOKE MEDIANTE DETECCION DE CONDICION CRITICA**

En el caso se observe una circunstancia de producción determinante, como, por ejemplo: presión, eléctrica, temperatura o tiempos, el adecuado flujo de los procesos no puede continuar si los valores de estas variables no se encuentran dentro de un intervalo establecido.

b) **TIPOS DE ERRORES DETECTADOS POR POKA YOKE**

Casi todos los errores son originados por equivocaciones humanas (Hirano, 1988). Es por ello que se explicara algunos tipos de errores que se pueden detectar mediante la metodología Poka Yoke.

Olvidos: Los operadores suelen olvidar cosas cuando no están atentos. Una manera de poder alertar a los operarios con anticipación, examinar de manera regular, o mediante charlas previa de 5 minutos.

Errores causados por desconocimiento: Los operadores cometen errores en el momento que llegan a conclusiones equivocadas previamente a adaptarse a una condición existente. Esto puede evitarse

mediante instrucción, verificación de manera adelantada; además, estandarizar las instrucciones de procedimiento de trabajo.

Errores de inexperiencia: Los operadores pueden cometer errores por falta de experiencia, como por ejemplo, los nuevos empleados no saben de la actividad o recién se están familiarizando con ella. Este tipo de error se puede evitar mediante el entrenamiento y estandarización del trabajo.

Errores por inadvertencia: Los operadores pueden estar desprevenidos y con falta de atención, por cual pueden cometer alguna equivocación prevenir lo que ocurre. Este tipo de error puede evitarse mediante atención, disciplina y estandarizar el trabajo.

Errores causados por ausencia de estándares: Los operadores pueden cometer algunos fallas cuando no existen algún manual de instrucciones adecuadas o estandarización de los procedimientos. Se debe evitar el libre albedrío del desarrollo de operaciones, si no debería realizar la estandarización del trabajo, y desarrollar un manual de instrucciones de trabajo.

1.2.4 ANDON: CONTROL VISUAL

Andon es una palabra originaria de Japón que significa “Señal” o “Linterna” y es una ayuda que se vincula con el “control visual”. Uno de los principales propósitos del Andon consiste en contribuir en tomar decisiones, tales como la intervención de los empleados, proporcionándoles la comunicación acerca de la manera en que su rendimiento tiene un efecto en las consecuencias, obteniendo así que pueda tener un “mayor control” sobre sus objetivos; esto puede lograrse mediante la activación de un botón o una señal de alarma, que detiene automáticamente la producción; el equipo deberá analizar los motivos que lo originaron y luego ejecutar a la brevedad una solución conveniente. (López, 2019).

a) TIPOS DE INDICADORES PARA EL CONTROL VISUAL

El control visual-Andon tiene diversas sistemáticas de ejecución, y estos deben adecuarse a las distintas metas o propósitos y la tipología puede catalogarse en:

SEÑALIZACIÓN DE IDENTIDAD Y UBICACIÓN

La marcación y delimitación de los lugares de labores del personal es una actividad transcendental para efectuar la ordenanza, organización y estandarización. Esto favorece al progreso de la eficiencia de las estaciones laborales. Esto implica un adecuado nivel de simplificación del espacio de trabajo lo que impactaría en un mejor orden y desempeño de las funciones (Santos, 2019).

STATUS DE PRODUCCIÓN

El cuadro de mando de información es una herramienta de gestión visual que se utiliza para permitir un seguimiento automatizado y darle continuidad al planeamiento de producción.

Esto se puede lograr mediante un programa con contador de producción que puede actualizarse mediante el registro de productos terminados despachados de manera directa desde la línea de producción. De esta forma se puede observar el contraste entre la eficiencia estimada y la productividad existente del flujo de procesos en tiempo exacto y real. (Juárez, 2018)

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO

Los KPI también denominados indicadores clave de rendimiento, son una herramienta cuyo primordial objetivo es el de demostrar la manera en la que la *performance* de los trabajadores es reflejada en los resultados de los procesos, los flujos de producción y el objetivo organizacional. El uso de esta herramienta posee amplia investigación selecta y de valor adherido, según esto, un analista después de examinar una tabla de resultados podrá tener una vasta idea de la situación existente del flujo de la producción, de esta manera favorece a las permutaciones de línea, a la rapidez de respuesta, a las promociones de planta, a la estimulación de los empleados, etc. (Juárez, 2018)

ALARMAS

Las alarmas son una muestra básica de control audiovisual, se utiliza usualmente para notificar situaciones de emergencia. Es normal que en las compañías se le asignen distintas maneras de alerta según la cantidad o tipo de sonidos. Son importantes para poder solucionar los problemas de manera inmediata y poder notar en un tiempo preciso el adecuado desarrollo de las operaciones.

1.2.5 PROPUESTA DE ESTADARIZACIÓN DEL TRABAJO

La estandarización del trabajo contiene al listado de ordenamientos que delimitan un método de trabajo para que los operadores trabajen de una manera análoga los diferentes métodos de producción (Rajadell, 2010). Según lo presentado por Correa: “La operación estándar debe de contener los requerimientos significativos dentro de la compañía para que estos se ejecuten de manera metódica, por lo cual se puntualiza los cuatro elementos necesarios para el adecuado desarrollo de la misma” (Correa, 2007).

a) DISTRIBUCIÓN DE CARGA DE TRABAJO (TIEMPO DE OPERACIÓN)

Se prepara una hoja de operaciones estandarizada donde se observa la carga de trabajo que el supervisor planea establecer para los operadores. El supervisor deberá delimitar el tiempo justo de cada operación unitaria, este procedimiento se realizará mediante el muestreo de tiempo utilizado por un operador promedio. Una vez determinado el tiempo objetivo para cada operación, se distribuirá la carga de trabajo entre todos los obreros, de esta manera el tiempo total de trabajo de cada uno de los operadores, quedará dentro del cálculo del tiempo Takt de producción.

Luego de ello se procede a analizar si se cumple con el tiempo de producción propuesto, o si en su defecto se está minimizando lo cual podría impactar en la sobre producción o si hay algún atraso.

b) SECUENCIA DE OPERACIÓN

El personal asignado a la supervisión deberá planear el orden ideal de operaciones y el recorrido de desplazamientos para evitar los despilfarros; así como, la cadena de ensamble de los insumos, el posicionamiento de las bobinas de papel a una maquinaria, la adecuada distribución de estaciones de trabajo, etc.

c) NIVEL DE INVENTARIOS

Se deberá establecer el nivel de inventario patrón, en las áreas de la de producción, en la cual se ejecuta la fabricación por lotes, se crea inventario en proceso, por lo que al instituir un nivel de inventario estandarizado es posible identificar problemas cómo la sobre producción o si no hay stock de material. Un exceso de nivel de inventarios es un síntoma de que la planta ocultando sus problemas internos y estos se debe controlar. (Krajewski, 2013)

d) PUNTOS CRÍTICOS

Al identificar de manera objetivo los puntos críticos se consigue la eficacia y seguridad en la producción. Es transcendental identificar los puntos críticos de cada maniobra, y luego entrenar a los obreros y que cumplan las reglas, de esa manera todos posean el mismo nivel de habilidad para el trabajo.

1.2.6 KANBAN

Según Champagnat "Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar que tiene los supermercados". Kanban traducida en japonés significa "etiqueta de instrucción" (Champagnat, 2019).

De acuerdo a lo descrito por Job Angeles "La etiqueta Kanban contiene información que sirve como orden de trabajo, esta es su función principal, en otras palabras, es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de qué se va a producir, en que cantidad, mediante que medios, y como transportarlo" (Angeles, 2006)

Según el ingeniero Cuatrecasas explica: "El sistema Kanban, un sistema implementado en muchas de las plantas japonesas, conocido como sistema de "pull" o "jalar", tiene sus propias características a la hora de funcionar, pues las máquinas no producen hasta que se les solicita que lo hagan, de manera que no se generan inventarios innecesarios que quizá al final queden varados y no se vendan, ya que serían excedentes de producción" (Cuatrecasas, 2010).

Según lo investigado por Job Estrada; “La técnica Kanban sirve para cumplir los requerimientos de material en un patrón basado en las necesidades de producto terminado o embarques, que son los generadores de la tarjeta de *Kanban*, y que se enviarían directamente a las máquinas productoras para que procesen solamente la cantidad requerida. A cada pieza le corresponde un contenedor vacío y una tarjeta, en la que se especifica la referencia (máquina, descripción de pieza, etcétera), así como la cantidad de piezas que ha de esperar cada contenedor para ser llenado antes de ser trasladado a otra estación de trabajo”. (Estrada, 2006). Con el uso de esta metodología los procesos irán complementados de una “tarjeta *Kanban*”.

1.2.7 VALUE STREAM MAPPING (VSM)

El Value Stream Mapping (VSM) o Mapa de Flujo del Valor, es un método de preparación de flujogramas que consiste en representar de manera gráfica las operaciones, los flujos de información, y los procesos de los datos (Lean Solution, 2019).

VSM es un método esquemático que permite visualizar íntegramente el proceso, el cual facilita pormenorizar y comprender en su totalidad el flujo de información, lo mismo que el de material necesario con el fin de que el producto o servicio se acerque al consumidor, mediante esta metodología se determinan las tareas que tampoco añaden valía para después eliminarlas (Lean Solution, 2019).

VSM es una de las metodologías más empleadas para instaurar un plan de mejoramiento y es bastante específica ya que orienta el mejoramiento en el lugar del proceso donde se consiguen los principales resultados. Los pasos a seguir para poder desarrollar un VSM son los siguientes:

1) Identificar la familia de productos a dibujar

Para validar la identificación de una “familia de productos” se puede usar una “matriz producto-proceso”, se debe tener en cuenta que “Una familia de productos son aquellos que comparten similitud en tiempos y máquinas, cuando pasan a través de los procesos”. En la Ilustración 7 se muestra la Matriz Producto Proceso donde se observa la semejanza de los procesos que comparten ambas familias.

Matriz producto - proceso					
Producto	Maquina Operación 1	Maquina Operación 2	Maquina Operación 3	Maquina Operación 4	Maquina Operación 5
Ref. A	X	X	X	X	
Ref. B	X	X	X	X	
Ref. C	X	X	X	X	
Ref. D		X	X	X	X
Ref. E	X	X	X		
Ref. F				X	X
Ref. G		X	X	X	X
Ref. H		X	X	X	X
Ref. I		X	X	X	X

Ilustración 7 Matriz Producto Proceso
(Lean Solution, 2019)

Adicionalmente, en la Ilustración 7 se observan dos familias, las maquinarias, equipo y operación que conciernen a cada una de ellas se agrupan para integrar una alineación por flujo del producto y realizar la implementación de herramientas: SMED, Kanban, etc.; para poder reducir la cantidad de inventarios en el proceso.

2) Dibujar la situación existente del proceso e identificar los inventarios entre operaciones, flujo de material e información.

En esta fase se realiza el análisis de información del **VSM ACTUAL**, el cual ejemplifica el flujo de información y el flujo de producto, aquí aún no se ha efectuado la implementación de Lean Manufacturing en los diagramas que se consiguen se observan como el ejemplo mostrado en la Ilustración 8.

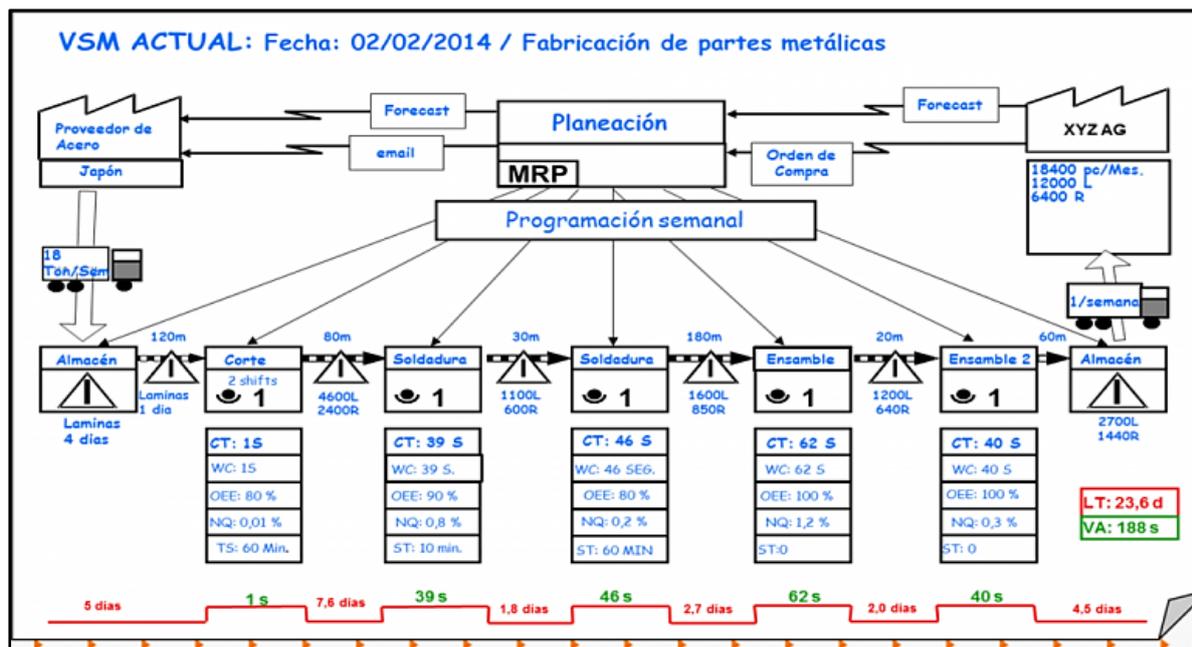


Ilustración 8 Ejemplo de VSM Actual
(Lean Solution, 2019)

3) Analizar el enfoque sobre cómo debe ser el estado propuesto

Esta fase es la más compleja de las anteriormente mencionadas ya que demanda conocimiento para poder esbozar el estado propuesto con el uso de herramientas Lean, Kanban, SMED, Kaizen, etc.

En esta fase se debe implantar como marchará el proceso en un plazo próximo, se debe examinar y buscar respuestas a las cuestiones: sobre la integración de los procesos, la cantidad de operadores que demanda la línea, la cantidad de equipos, el área de la zona y el stock en proceso. (Lean Solution, 2019)

El Takt Time (TT): El Tiempo Takt se obtiene mediante la división entre el “Tiempo del que disponemos” entre el “número de unidades que han sido demandadas por el cliente”.

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda\ del\ cliente}$$

El Lead Time (LT): El lead time se refiere al tiempo que transcurre luego de que se crea una orden de pedido hasta que se transfiere la mercancía al consumidor. Se calcula sumando de todos los tiempos de no valor agregado que se observa en la Ilustración 8.

El Contenido de trabajo (WC): Sumatoria de los tiempos que agregan valor al producto, es la adición de los tiempos de color verde de la Ilustración 8.

La cantidad de operarios requeridos: Contenido de trabajo (WC) / Takt time (TT)

4) Dibujar el VSM futuro

La intención del Value Stream Map (VSM) es identificar los orígenes de los desperdicios, es por ello que se realiza el planteamiento de un estado futuro, el cual debería realizarse en una etapa breve de tiempo, el objetivo es cimentar procedimientos que tenga un vínculo con los consumidores, se realiza el análisis del Takt time, flujo continuo y “jalados” por el consumidor (Pull). En la Ilustración 9 se muestra un VSM futuro.

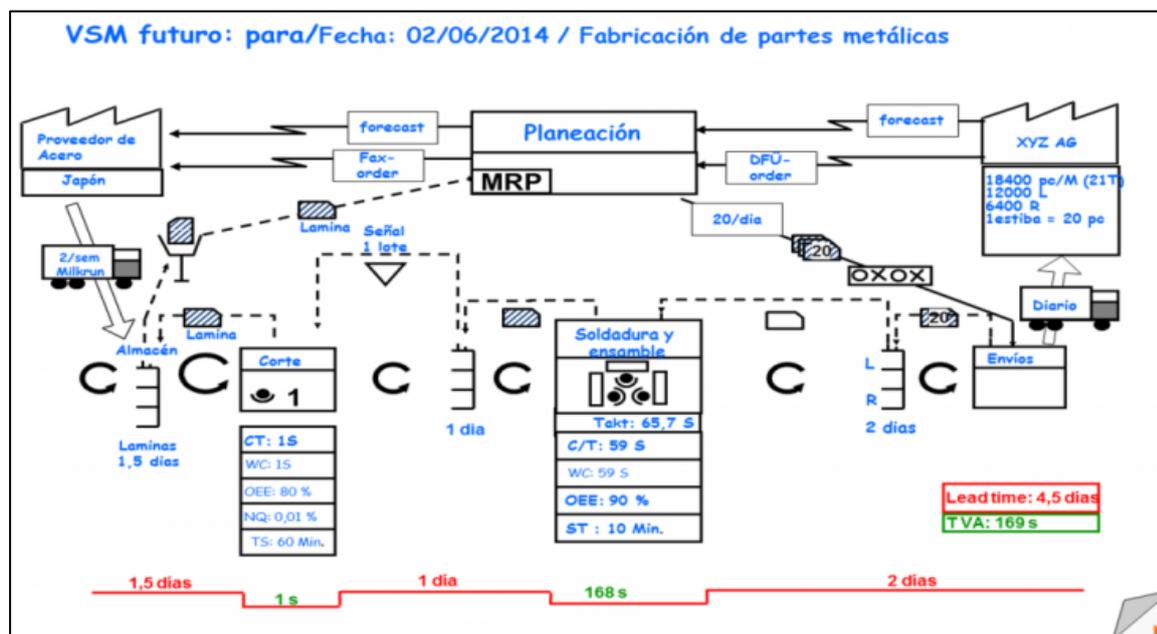


Ilustración 9 Ejemplo de VSM Futuro
(Lean Solution, 2019)

En el VSM se debe identificar:

- Detectar cual es el procedimiento que es un “cuello de botella”.
- Detectar el lugar dónde se desperdician los recursos: hombres y máquinas.
- Detectar dónde se derrochan los recursos (hombres o maquinaria)
- Realizar la definición de inventarios ya sea máximo y mínimo, y luego identificar la razón de estos stocks.
- Determinar las soluciones pertinentes para erradicarlos.
- Determinar cuál flujo *push* debería ser considerado *pull* y como resultado y a cuáles les falta el respetar el método FIFO.

5) Forjar un planeamiento de acción y efectuar las acciones

Para poder realizar la implementación del VSM de la situación futura, se deben realizar las modificaciones que deberán ser materializados en un plan de acción, realizar control hasta lograr el estado futuro. Una vez logrado este cambio, se comienza con el proceso de nuevo para poder obtener la excelencia operacional que las compañías que están comprometidas con Lean buscan alcanzar.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En esta sección, se realizará un análisis cuantitativo y descriptivo de la compañía a estudiar, donde se desarrollará el detalle general sobre la compañía y su organización, los principales productos que fabrica, la visión, misión, y el detalle del principal proceso productivo y la máquina asociada en la planta.

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

La compañía a analizar en esta tesis es una empresa papelería fundada en el Perú hace 39 años y se dedica a importar, convertir pulpa de papel, comercializar y distribuir una vasta cantidad de productos derivados del papel, en este momento es apreciada como una de las compañías con mayor participación del rubro de la papelería en todas las regiones del país. La empresa posee tres marcas, y han conseguido ingresar en el mercado nacional como productos de calidad y que han ganado la confianza de los consumidores. Además, cuenta con una fortalecida cantidad de dependencias a nivel nacional, entre los cuales son el Sur, Central y Norte del país, de una manera ágil y progresiva, se debe a que cuenta con 2 plantas en las ciudades de Arequipa y Chiclayo.

2.1.1 PRODUCTOS QUE ELABORA

En la Tabla 1 se revelan las familias de línea de producción de la compañía, éstas se clasifican en: Papel Fotocopia, Resmas, Formas Continuas, Sobres, Files, Contómetros y Bolsa de Pan.

Tabla 1 Clasificación de productos de la empresa

LÍNEA	PRODUCTOS	MÁQUINA
Papel Fotocopia	Papel fotocopia 75G Reprograf	Lenox
	Papel fotocopia 78G Reprograf	
	Papel fotocopia 75G Berga Laser	
	Papel fotocopia 78G Berga Laser	
Resmas	Resmas Cartones	Convertidora
	Resmas Cartulina	
	Resmas Bond	
	Resmas Copia	
	Papel Periódico	
	Papel Bulky	
	Papel Copia	
Formas Continuas	Consola Bond	Hamilton/Timpson
	Autocopiativo	
Sobres	Sobres Manila	Champion MO
	Sobres Bond	97-H
	Sobres Blancos y Aéreos	Iris
	Sobre de Pago	
Files	File A4	File
	File Oficio	
Contómetros	Contómetros	Contómetros
	Plotters	
	Contómetros Autocopiativo	
Bolsa de Pan	Bolsa de Pan	Bolsa de Pan
	Bolsa Baguetera	
	Bolsa de farmacia	

En la Tabla 2 se observa que máquinas conforman el centro de trabajo, y se observa que el centro de trabajo “CT03” son los de Fotocopia 1 y Fotocopia 2. En cada Centro de trabajo se agrupan diversas máquinas las cuales cumplen un método de producción similar, y no solo ello, sino que también comparten la misma materia prima, procesos e insumos.

CENTRO TRABAJO	MAQUINA	CENTRO TRABAJO	MAQUINA	
CT01	CONVERTIDORA 3	CT07	MAQ.BOLSAS PAN 3	
	GUILLOTINA 3		EMPAQUE BOLSA 3	
	CONVERTIDORA 1		MAQ DE BOLSAS 1	
	GUILLOTINA 1		EMPAQUE BOLSA 2	
CT03	FOTOCOPIA 2		EMPAQUE BOLSA 1	
	FOTOCOPIA 1		MAQ DE BOLSAS 2	
CT04	SOBRE OPEN END		CT64	REBOB CONTOMETROS 11
	TROQUEL HIDRAULICO			REBOB CONTOMETROS 12
	SOBRE OPEN SIDE			REBOB CONTOMETROS 9
	SOBRE PAGO			REBOB CONTOMETROS 5
CT05	PLASTIFICADORA 1	REBOB CONTOMETROS 7 AUTOCOP.		
	FFCC	REBOB CONTOMETROS 6 AUTOCOP.		
	INTERCALADORA 1	REBOB CONTOMETROS 10 TERMICO/B		
CT06	FILE	REBOB CONTOMETROS 2		
		REBOB CONTOMETROS 8 TERMICO/BO		

Tabla 2 Distribución de los Centros de Trabajo y máquinas

PRODUCCIÓN POR MÁQUINA

En la Ilustración 10 se muestra el estado de la producción en millares de un año característico, el 2019, la clasificación es por máquina, la cual está asociada a un centro de trabajo, como se muestra en la Tabla 2, y se observa que la “Convertidora 3” es la máquina que presenta mayor cantidad de producción. En el presente trabajo se agrupará en base a centros de trabajo (familias de producto).

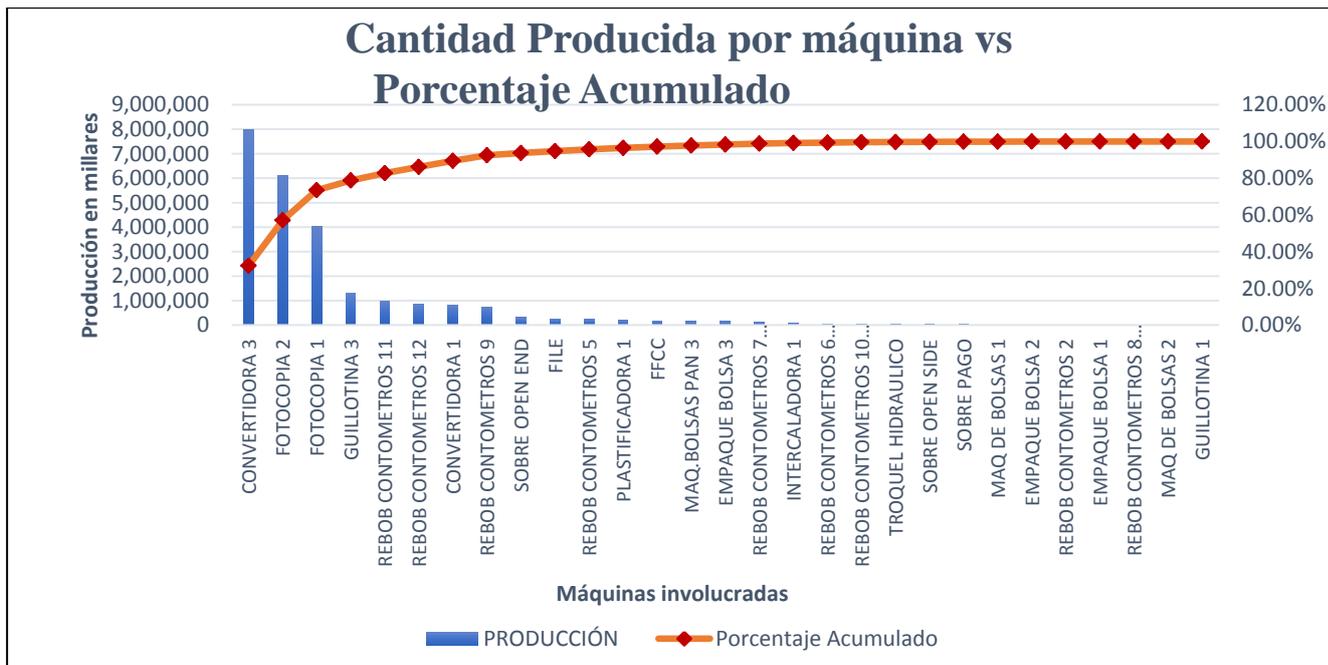


Ilustración 10 Cantidad producida por máquina vs Porcentaje Acumulado

PRODUCCIÓN POR CENTRO DE TRABAJO

En la Ilustración 11 se observa el estado de la producción en millares en base al año 2019, la clasificación es por centro de trabajo, y se observa claramente que el “CT03” es aquel que presenta mayor cantidad de producción. El cual comprende las maquinarias “Fotocopia 1” y “Fotocopia 2” que se mencionan en la Tabla 2. Se puede identificar, que la línea de fotocopias es que posee mayor número en ventas ya que tiene una gran demanda debido a los diferentes tipos de clientes.

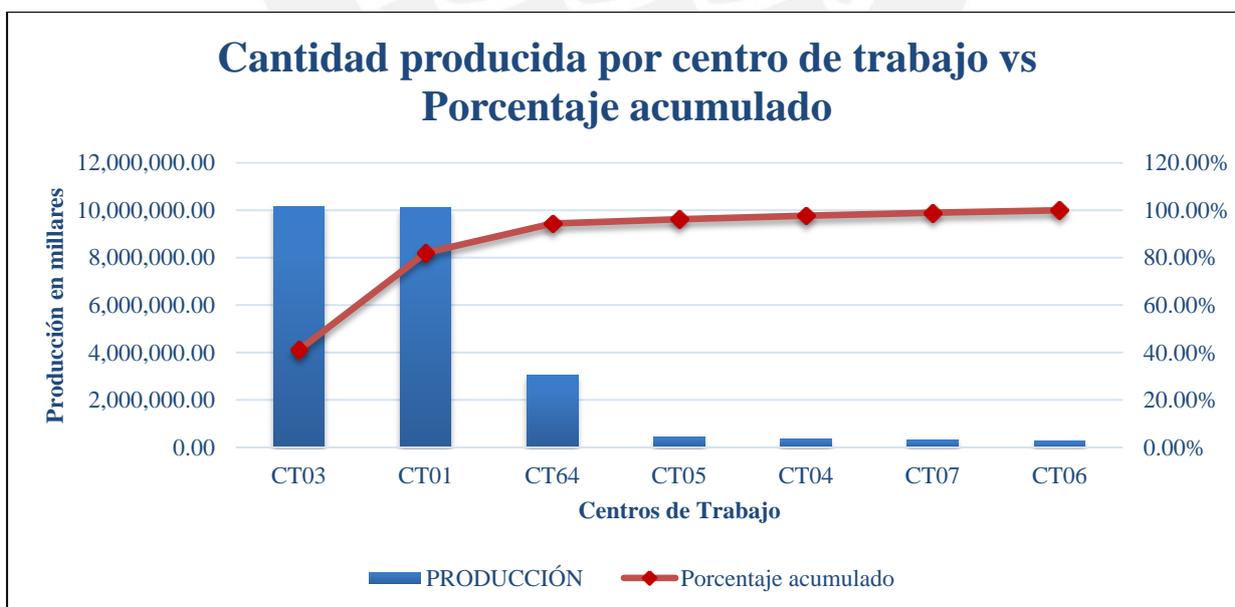


Ilustración 11 Cantidad producida por centro de trabajo vs Porcentaje acumulado

DIVISIÓN DE LOS PRODUCTOS

La división de los bienes a fabricar se ejecuta considerando el análisis de periodo de vida de los mismos, conforme con su nivel de utilidad y el nivel de demanda de los bienes. (Armijo, 2019). Se observa en la Tabla 3 la división de los bienes según su nivel de rentabilidad.

Tabla 3 Segmentación de productos según su margen de rentabilidad

Producto	Rentabilidad (%)	Categoría según rentabilidad
FOTOCOPIA	38	A
RESMAS	20	A
CONTÓMETROS	15	B
SOBRES	12	B
FORMAS CONTINUAS	10	B
FILES	10	C
BOLSA DE PAN	8	C
COUCHÉ	6	C
OPALINA	5	C

(Armijo, 2019)

Es por ello que al tener mayor demanda en el mercado peruano papelerero la impresión (INEI, 2016) y además, la rentabilidad de la organización es mayor en la línea de fotocopia y observando la producción y ventas mostrado en el inciso 2.1 Descripción General de la compañía. Se realizará un análisis en base a la línea de “Papel Fotocopia”.

2.1.2 ORGANIZACIÓN

La compañía del sector papelerero cuenta con una organización vertical en forma de pirámide, lo que significa que la potestad formal y decidir acciones relevantes recaen en los empleados con un rol específico. En el caso de la empresa mencionada los encargados son el super intendente, gerente general y supervisores de área, etc. Actualmente las decisiones son tomadas por la Presidencia, así mismo, cada área de la organización está a cargo del gerente designado y estos logran subdividirse en jefes o supervisores.

- **Presidencia:** Esta unidad de trabajo se encuentra conformada por el fundador de la empresa, su esposa y sus hijos. Son los encargados de “tomar las decisiones estratégicas” para poder llegar a cumplir la visión de la empresa.
- **Gerencia de Desarrollo Humano:** Esta área es la encargada de controlar, gestionar y atender los requerimientos de las personas que trabajan en la empresa. Además, son encargados de gestionar las vacantes que se apertura y encargados de los procesos de selección. Los encargados de contribuir al área son los analistas de GDH y el trabajador social

- **Gerencia de Ventas:** Esta área es la encargada de gestionar e impulsar las ventas de Lima y de provincia. Ellos son encargados de consolidar los pedidos y trasladarlos al área de planeamiento de producción. Además, realizan el asesoramiento de compra a los potenciales clientes. Ellos están a cargo de la supervisión del Analista de Ventas y el Analista de Marketing
- **Superintendencia de Planta:** Esta área es la encargada de reorganizar todas las actividades que se desarrollan dentro de planta. Las áreas bajo su cargo son el área de planeamiento, producción, compras, mantenimiento y seguridad.
- **Gerencia de Logística:** Esta área es la encargada de gestionar todos los eslabones de la cadena de suministro desde que importan y recibe la materia prima del proveedor hasta que finalmente son despachadas al cliente. Incluso son encargados de gestionar mediante logística inversa las devoluciones y reposiciones a los clientes.

La forma a en la que se hallan establecidas las jefaturas dentro de la compañía papelera es como se observa en la Ilustración 12.

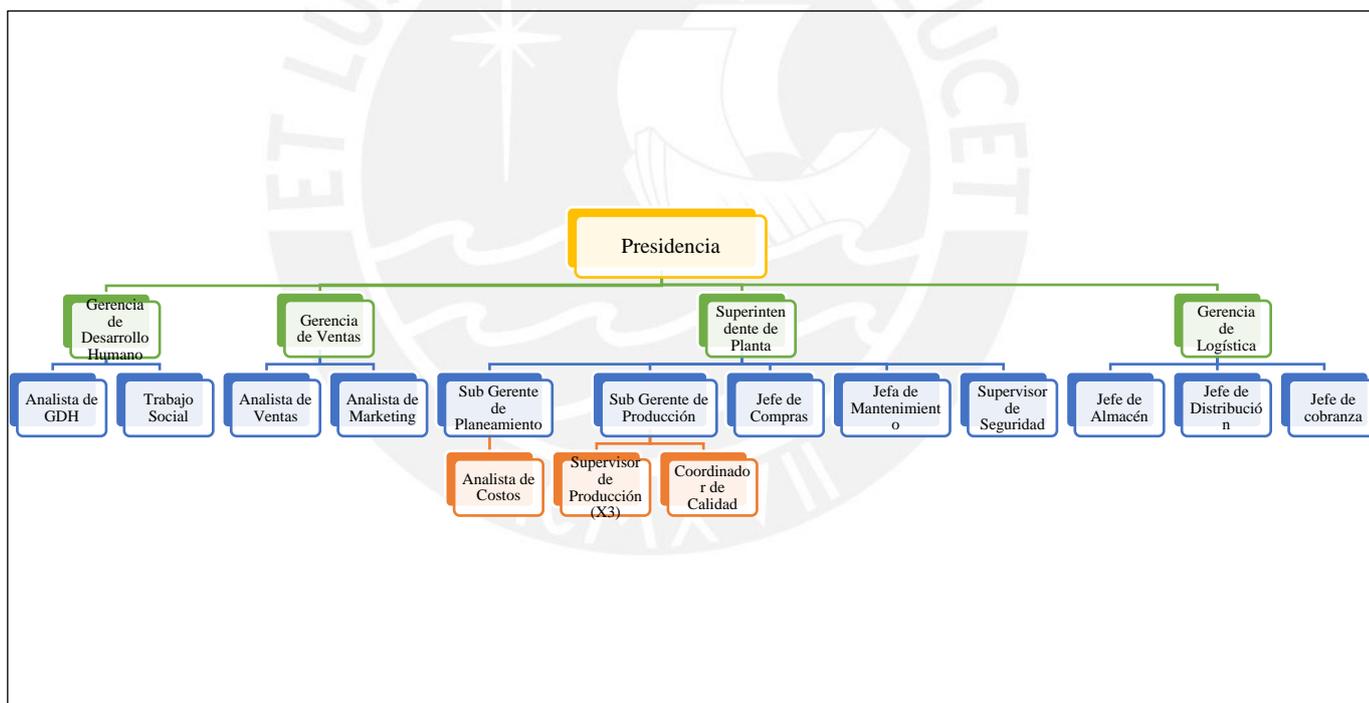


Ilustración 12 Organigrama de la empresa

2.1.3 VISIÓN Y MISIÓN

Visión

Lograr conseguir una cartera de productos idónea de complacer y superar la necesidad y expectativa de los consumidores en todo el territorio peruano, y posicionarse como la alternativa por excelencia

del rubro del papel. Esto se logrará mediante un incremento de la participación de mercado de 15% a 30%

Misión

Ser una compañía superior del sector papelerero del Perú, que se consagra al importe, transformación, mercantilización y repartición del mayor surtido de productos de pulpa de papel con la más alta calidad, y lograr una cobertura eficaz de la demanda del cliente, y fortaleciéndola a nivel regional otorgando productos de calidad y al tiempo acordado con el cliente. (SCP, 2020).

2.1.4 DESCRIPCIÓN DEL MERCADO META DE LA EMPRESA

La empresa tiene reconocido el grupo segmentado al cual brinda los diversos bienes de pulpa de papel. Este mercado que demanda los productos de la corporación está dividido en diferentes segmentos, por ejemplo, se encuentra, imprenta, recorte de resmas de hoja y cartulina, comercial, pedagogía, servicio administrativo y de auxiliar, sector público y defensa, principalmente. (SCP, 2020)

En la Ilustración 13 se observa las principales actividades comerciales que demandan los productos de origen papelerero en el país. Es importante señalar que los bienes de mayor requerimiento en el negocio papelerero del Perú son la mercadería para el sector impresión.



Ilustración 13 Principales actividades mercantiles que demandan los productos de origen papelerero en el Perú
Fuente: (INEI, 2016)

2.1.5 CADENA DE VALOR

La cadena de valor en conformidad a lo descrito por Michael Porter es una herramienta que ofrece la oportunidad de examinar las diversas actividades de una empresa y comprobar la valía que contribuyen como un conjunto al producto que la planta mercantiliza, en este caso es el de papel fotocopia. Asimismo, la cadena de valor propone dos categorías dentro de ella: las actividades primarias y las actividades secundarias.

La propia existencia de la empresa papelera es un componente determinante debido a que es aquella que asegura las circunstancias imprescindibles para agregar valor al producto. (Porter, 1985)

En la Ilustración 14 se ejemplifica el esquema de la Cadena del Valor de la compañía del rubro papelerero; y se observa precisamente descritas a las áreas primarias y las áreas de soporte.

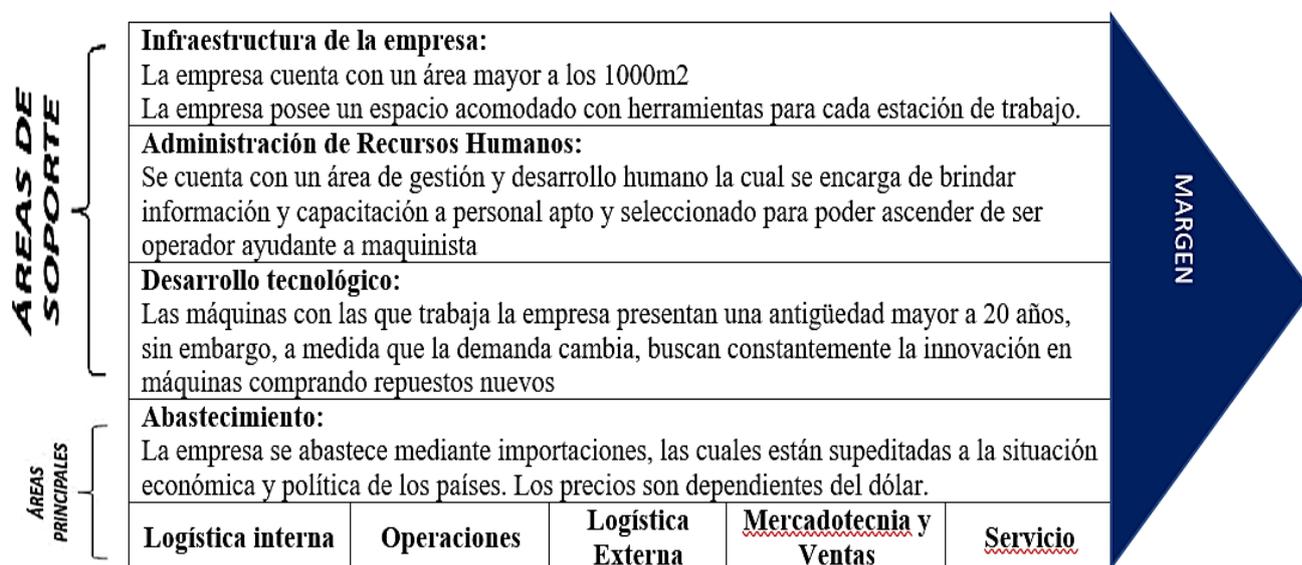


Ilustración 14 Cadena de Valor
Fuente del esquema. Elaboración propia

ACTIVIDADES PRIMARIAS:

Las actividades primarias están comprometidas en la fabricación del producto, a partir del inicio de la cadena de suministro inclusive el final, el cual implica su comercialización y entrega al cliente, además se considera el servicio posterior a la compra. Estas actividades mencionadas son 5 (Porter, 1985).

- a) **Logística interna:** Las compañías necesitan dirigir y encargarse de las actividades de disponer y almacenar las materias primas, así como la forma de distribuir los insumos.

En el caso de la empresa papelera se dedica a importar materia prima: bobinas de papel de proveedores internacionales y trasladadas al Perú vía marítima, en contenedores. Las bobinas en ocasiones, debido al traslado, llegan golpeadas o dañadas; lo que origina merma debido a los daños

de origen. En el caso de insumos los proveedores son nacionales, en los cuales se realiza un muestreo previo a la recepción para evitar ingresar material defectuoso.

- b) **Operaciones:** Las operaciones reciben las materias primas desde la logística de ingreso y fabrica el producto. La eficiencia de las operaciones se maneja mediante una ratio que se calcula en cada turno.
- c) **Logística Externa:** Es donde el producto surge del centro de la producción y se transmite a los mayoristas, distribuidores, o incluso a los consumidores finales dependiendo de la empresa. La empresa posee su propia movilidad para trasladar la mercadería a donde el cliente lo requiere y a sus centros de distribución; por tal motivo se realizan pruebas de coronavirus a los choferes.
- d) **Marketing y Ventas:** Esta actividad se encarga de realizar la publicidad de los productos y controlar la fuerza de ventas; también son encargados de realizar el diseño del empaque de los productos que deberán ser aprobados.
- e) **Servicios:** La empresa que se realiza un servicio de post venta en la cual se realiza una adecuada gestión de reclamos, las cuales son atendidas por el área de calidad.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PAPEL FOTOCOPIA

La producción de las hojas A4 de papel fotocopia se realizan a través de 5 procesos principales, los cuales están integrados por una cuadrilla de 7 personas por cada máquina. Posteriormente, se expone el diagrama analítico del proceso (DAP) que se observa en la Ilustración 15, en el cual se explica la existencia de 6 operaciones, 5 transportes, 2 esperas, 1 inspección y 1 almacenamiento.

DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Diagrama No.	Hoja No.	OPERARIO <input type="checkbox"/>	MATERIAL <input type="checkbox"/>	EQUIPO <input checked="" type="checkbox"/>					
Objetivo: Revisión de Papel Fotocopia		RESUMEN							
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA				
Proceso analizado:		Operación	6						
Fabricación		Transporte	5						
Metodo:		Espera	2						
Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		Inspección	1						
Localización: Planta		Almacenamiento	1						
Operario: Trabajador		Distancia (m)							
		Tiempo (hr/hombre)							
		Costo							
		Total							
Elaborado por:	Fecha:	Comentarios							
Magali Huanacuni	14/07/2021								
Aprobado por:	Fecha:								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				○	➔	D	□	▽	
CORTE DE MATERIAL	1			●					
TRANSPORTE DE LOS CORTES	1	1			●				
SELECCIÓN DE MATERIAL	1							●	
TRANSPORTE DEL MATERIAL	1	1.2			●				
EMPAQUETADO DEL PAQUETE	1			●					
TRANSPORTE DEL PAQUETE	1	1			●				
PEGADO DE PAQUETES	1			●					
TRANSPORTE DEL EMPAQUE	1	1.3			●				
ESPERA DE LOS EMPAQUES	1						●		
ENCAJADO DE EMPAQUES	1			●					
TRANSPORTE DE CAJAS	1	1.8			●				
ESPERA DE LA CAJA	1						●		
ENZUNCHADO DE CAJA	1			●					
POSICIONAMIENTO DE LA CAJA EN EL PALET	1			●					
ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO	1								
TOTAL	15								

Ilustración 15 Diagrama Analítico de Procesos

a) CORTE DE HOJAS:

En el proceso de corte de hojas la máquina es configurada para poder realizar el corte del formato A4 o según lo solicita la orden de producción y trasladado en cortes de 21 cm x 29.7 cm para ser seleccionadas. A continuación, se detalla el personal asignado y los pasos a realizar para su correcto desarrollo.

Operador Principal: Maquinista de Lenox (1 persona)

- Para realizar esta operación son necesarias 4 bobinas, las cuales son transformadas para poder comenzar la producción. Estas son traídas por el área de almacén de materia prima hasta una zona designada cerca a la máquina Lenox, la cual es la encargada de producir el papel fotocopia.

- Los obreros son encargados de sacar el forro, las etiquetas y el empaque de las bobinas para poder ser cargadas, momento en el cual se detiene la producción.
- La instalación de las bobinas en los ejes de la máquina Lenox se realiza al inicio de turno y cuando una “carga” de 4 bobinas previamente instalada está por acabarse el material. Estas son instaladas por 4 obreros, que provienen de las demás estaciones de trabajo del área de trabajo, los cuales dejan sus puestos de trabajo ante la necesidad de apoyo.
- Una vez que las bobinas estén correctamente instaladas, el maquinista de Lenox procede a regular la máquina, mientras los demás obreros regresan a sus respectivos puestos de trabajo.
- La máquina procede a realizar el corte longitudinal a través del ancho de la bobina de 7 cuerpos de 21 cm de ancho por 29.7 cm de alto.
- Estos cortes son accionados por una palanca y desplazados hacia 2 fajas, resultando 14 cuerpos de 500 hojas en cada una de ellas.

b) SELECCIÓN DE HOJAS:

En el proceso de selección de hojas el personal recibe las hojas cortadas de la faja de la máquina cortadora, luego de ello son inspeccionadas para decidir su destino: si cumple con las especificaciones del cliente son colocadas en la faja de la siguiente máquina, en caso no cumplan son reprocesadas o desechadas. A continuación, se detalla el personal asignado y los pasos a realizar.

Operador Principal: Seleccionadoras (3 personas)

- Los 7 cortes que atraviesan cada faja son trasladados hacia la zona donde están 2 operadoras las cuales reciben el material realizan una inspección y deciden si es óptimo para su comercialización (es decir si no presenta algún defecto).
- En caso sea un material apto para distribuirlo al público lo colocan en la faja transportadora que va a la siguiente estación que es el pegado de paquetes.
- Por otro lado, si el material presenta algún defecto este es colocado sobre la mesa y se escoge el material rescatable por la tercera seleccionadora, este proceso se realiza manualmente.

c) PEGADO DE PAQUETES:

En el proceso de pegado de paquetes la máquina es configurada para pegar según las dimensiones del paquete. A continuación, se detalla el personal asignado y los pasos a realizar.

Operador Principal: Maquinista Pencomatic (1 persona)

- Los paquetes son trasladados a través de la faja hacia la máquina Pencomatic.

- Previamente el operador de Pencomatic, alista la bobina de papel laminado que envuelve el paquete y coloca la goma en el dispensador necesaria para el pegado del paquete, esta debe calentar hasta 180 °C, lo cual dura aproximadamente 30 minutos.
- La máquina, de manera automática, acciona los pedales, recibe el paquete y enrolla el papel laminado y lo traslada hacia el operador de encajado

d) ENCAJADO DE EMPAQUES:

En el proceso de encajado de empaques el personal recibe los productos de la faja de la máquina anterior, luego de ello son colocados en caja, las cuales son pegadas en ese instante, luego son colocadas en la faja de la siguiente máquina. A continuación, se detalla el personal asignado y los pasos a realizar.

Operador Principal: Encajador (1 persona)

- El operador coloca los paquetes en las cajas agrupándolos en 10 paquetes por caja.
- Una vez posicionados se coloca la tapa encima de la caja
- Finalmente voltea la caja para que las alas de la misma sean pegadas por el dispensador de goma en los extremos.
- La caja es trasladada por una faja transportadora hacia el operador de enzunchado de caja.

e) ENZUNCHADO CAJAS:

En el proceso de enzunchado de cajas el personal recibe la caja proveniente de la caja, le coloca el zuncho y deposita la caja en un pallet. A continuación, se detalla el personal +y los pasos a realizar

Operador Principal: Operador Enzunchador (1 persona)

- El operador voltea la caja recibida.
- Posiciona la caja en la máquina que coloca automáticamente acciona el zuncho que protege la caja.
- Posteriormente coloca la caja en el pallet, el movimiento es repetitivo.

El diagrama de la estación de trabajo de la máquina se muestra en la Ilustración 16 donde se enumera el flujo del recorrido del material, que inicia en la máquina Lenox, atraviesa el proceso de selección de material, la máquina de pegado Pencomatic, el encajado de paquetes y finaliza con el enzunchado de la caja.

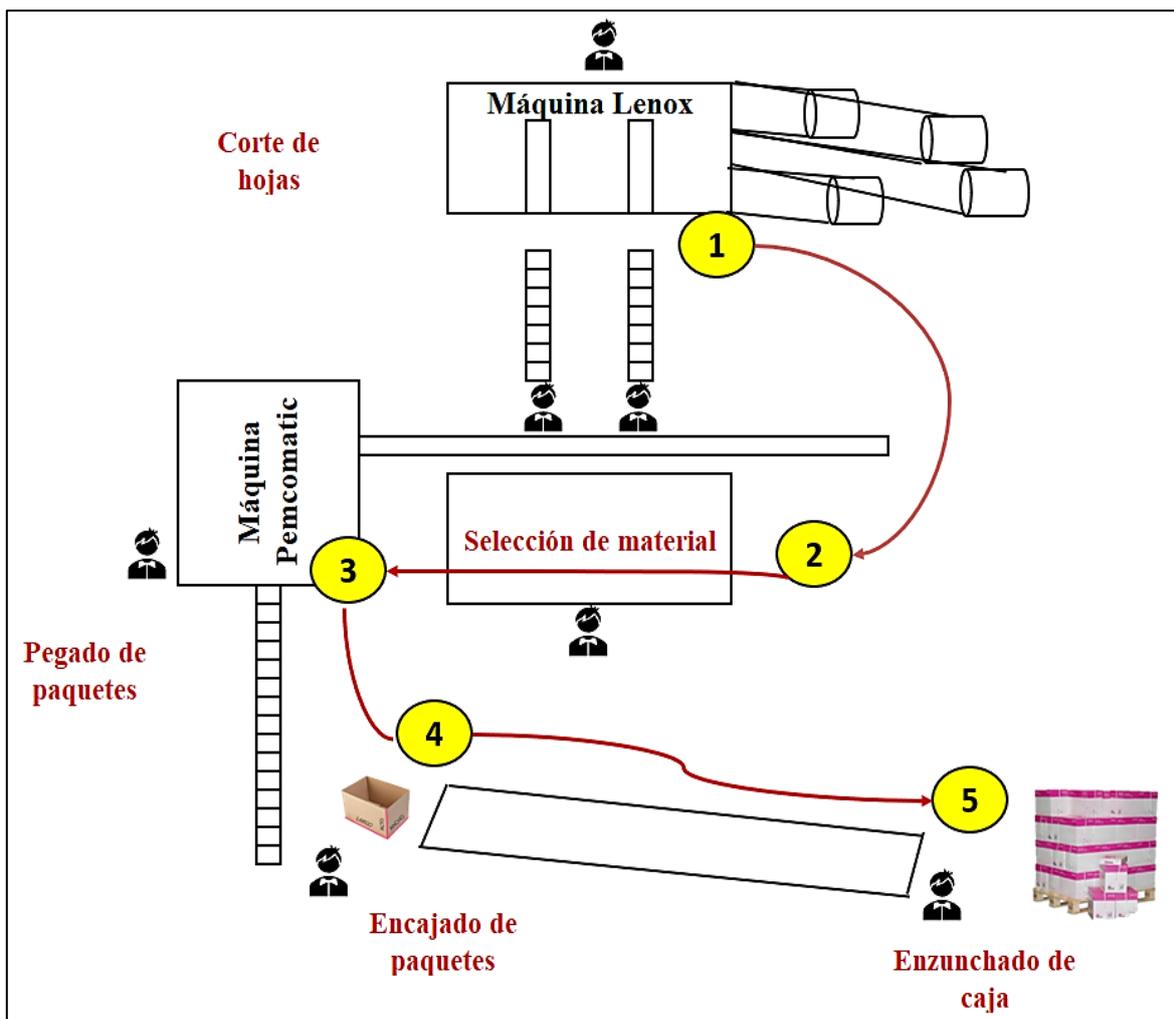


Ilustración 16 Diagrama de la estación de trabajo

3. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

En este capítulo se indicará los aspectos clave del centro de trabajo 3 que corresponde al papel fotocopia, el cual es el que tiene mayor demanda.

Una vez señalado el detalle de la distribución de la demanda de producción de los centros de trabajo con mayor demanda de la empresa en el capítulo anterior en la Ilustración 10, se logra identificar que la línea de fotocopias es la que cuenta con mayores ejemplares vendidos, pues tiene una gran aceptación a nivel nacional.

Es por ello, este tercer capítulo mostrará cuál es la fase crítica del proceso de fabricación de papel fotocopia para poder analizar y mejorar.

3.1 SELECCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN A ESTUDIAR

En este apartado se describe el detalle de la situación actual del producto a analizar que es el papel fotocopia, el detalle de la producción a través de los años y las marcas de este producto.

PRODUCCIÓN POR AÑO DEL “PAPEL FOTOCOPIA”

En la Ilustración 17 se observa el gráfico de demanda proyectado en base al criterio de la regresión lineal simple. Esto debido a que es un modelo adecuado debido a que el producto a analizar presenta una demanda creciente, presenta una relación de “linealidad entre la demanda y el tiempo”. (Canavos, 1984)

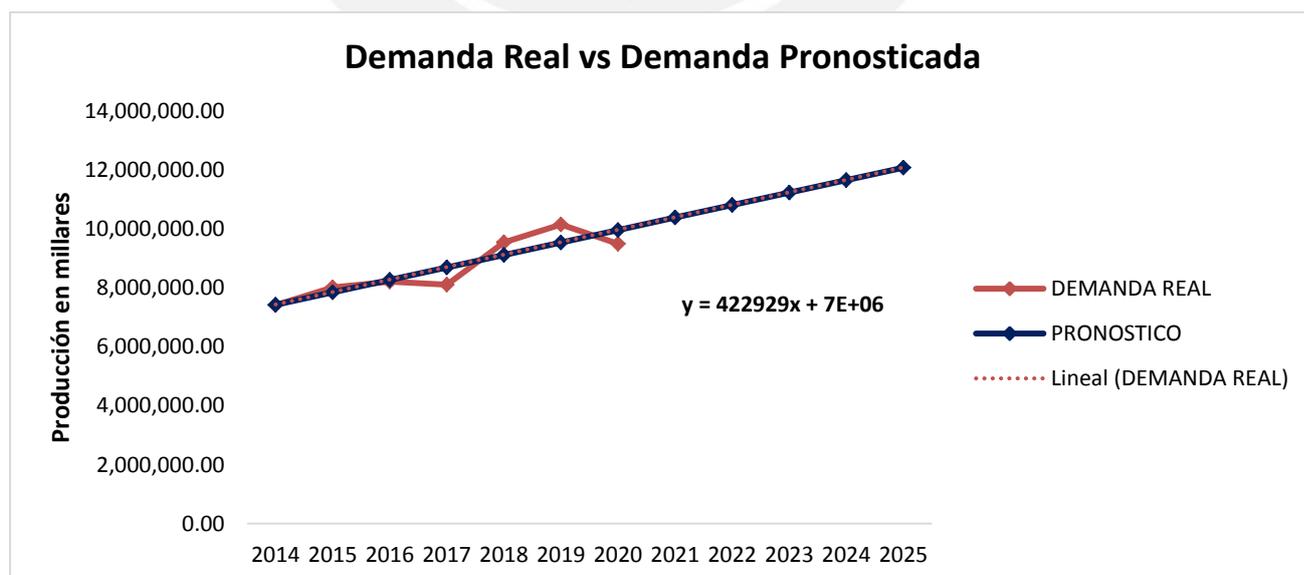


Ilustración 17 Demanda Real vs Demanda Pronosticada

En la tabla 4 se desarrolla la investigación detallada en las cuales se basa la Ilustración 17

Tabla 4 Demanda Real vs Pronóstico

	AÑO	DEMANDA REAL	PRONOSTICO
1	2014	7,411,290.00	7,422,929.00
2	2015	8,015,821.43	7,845,858.00
3	2016	8,206,674.33	8,268,787.00
4	2017	8,106,674.33	8,691,716.00
5	2018	9,542,794.56	9,114,645.00
6	2019	10,146,512.03	9,537,574.00
7	2020	9,492,794.56	9,960,503.00
8	2021		10,383,432.00
9	2022		10,806,361.00
10	2023		11,229,290.00
11	2024		11,652,219.00
12	2025		12,075,148.00

La empresa manufacturera posee 2 líneas de papel fotocopia:

- **MARCAS PROPIAS:** Cuentan con más de 30 años en el mercado, su fabricación es continua y bajo planificación.
- **MARCAS CLIENTE** Son fabricadas para clientes externo, su demanda es bajo pedido, es decir se fabrica solo cuando se le requiere y está legitimada por un contrato de pedidos. Generalmente los clientes son supermercados.

Además, se clasifica en 2 tipos de material:

- **PREMIUM:** El cual utiliza papel con blancura mayor al promedio, con un gramaje(g/m²) del papel cuyas tolerancias de desviación es muy pequeña, es decir existe una probabilidad muy baja de que sea menor a lo que ofrece. Los gramajes que ofrece son 75g/m² y 80g/m². El precio de la materia prima es mayor y se importa de Asia, es por ello que el material posee un lead time mayor que el del clásico.
- **CLASICO:** El papel clásico se fabrica en Colombia, es reciclable y posee una tonalidad cremosa, Los gramajes que ofrece son de 75g/m² y 78g/m², estos poseen mayor variabilidad en los gramajes. El precio de la materia prima es menor, así como el lead time.

En la tabla 5 se puede observar la demanda real de papel fotocopia clasificada por tipo de material y línea de papel fotocopia.

En la tabla 6 se puede ver la relación en porcentaje de fabricación con respecto a la demanda, se puede observar que hay meses en los que no se cubre con la demanda solicitada.

Tabla 5 Demanda de producción de papel fotocopia del año 2019 en millares

LINEA	MATERIAL	DESCRIPCIÓN	DEMANDA 2019												TOTAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
CLIENTE	CLASICO	FOTOCOPIA 075 GR A-4 QUAD COLOR	7,253.42	3,008.52	4,409.75	3,413.78	2,960.44	1,717.19	4,217.42	4,059.44	4,478.44	4,402.88	5,371.38	4,512.78	68,687.70
		FOTOCOPIA 075 GR A-4 STUDIO	67,686.53	28,074.53	41,150.33	31,856.26	27,625.85	16,024.27	39,355.62	37,881.38	41,791.31	41,086.24	50,123.93	42,111.79	640,970.95
		FOTOCOPIA 075 GR T/A-4 ARO	8,718.58	3,616.23	5,300.50	4,103.35	3,558.43	2,064.06	5,069.32	4,879.43	5,383.06	5,292.24	6,456.37	5,424.34	82,562.28
	PREMIUM	FOTOCOPIA 075 GR T/A-4 CLASS & WORK	230,930.12	95,783.51	140,395.01	108,685.86	94,252.73	54,670.96	134,271.87	129,242.14	142,581.85	140,176.33	171,010.75	143,675.27	2,186,838.21
PROPIA	CLASICO	FOTOCOPIA 080 GR A-4 REYSER	22,149.76	9,187.12	13,466.05	10,424.65	9,040.29	5,243.79	12,878.74	12,396.31	13,675.80	13,445.07	16,402.57	13,780.67	209,751.52
		FOTOCOPIA 075 GR A-4 KEROCOPY	549,475.30	227,907.37	334,056.01	258,607.22	224,265.01	130,084.12	319,486.59	307,518.85	339,259.37	333,535.67	406,903.11	341,861.05	5,203,364.61
	PREMIUM	FOTOCOPIA 080 GR A-4 GALLOCOPY	129,434.63	53,685.96	78,690.37	60,917.63	52,827.96	30,642.67	75,258.39	72,439.27	79,916.08	78,567.80	95,850.27	80,528.93	1,225,706.74
		FOTOCOPIA 075 GR A-4 GALLOCOPY	1,254.12	520.18	762.45	590.25	511.86	296.90	729.20	701.88	774.33	761.26	928.72	780.26	11,876.18
		FOTOCOPIA 080 GR A-4 GALLOCOPY	25,364.18	10,520.37	15,420.27	11,937.50	10,352.23	6,004.78	14,747.73	14,195.29	15,660.46	15,396.25	18,782.94	15,780.55	240,191.06
		FOTOCOPIA 080 GR A-4 PERUCOPY	29,205.03	12,113.45	17,755.33	13,745.17	11,919.86	6,914.07	16,980.95	16,344.86	18,031.89	17,727.67	21,627.21	18,170.17	276,562.78

Tabla 6 Porcentaje de demanda atendida de papel fotocopia del año 2019 en porcentaje

LINEA	MATERIAL	DESCRIPCIÓN	PRODUCCIÓN 2019 / DEMANDA 2019												TOTAL	
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
CLIENTE	CLASICO	FOTOCOPIA 075 GR A-4 QUAD COLOR	92.07%	99.00%	99.00%	100.00%	100.00%	100.00%	98.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.52%	97.47%	71.24%	
		FOTOCOPIA 075 GR A-4 STUDIO	91.14%	98.00%	98.00%	99.00%	99.80%	100.00%	99.00%	99.00%	99.00%	99.00%	97.00%	100.00%	70.82%	
		FOTOCOPIA 075 GR T/A-4 ARO	93.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	97.00%	100.00%	71.54%
	PREMIUM	FOTOCOPIA 075 GR T/A-4 CLASS & WORK	88.35%	95.00%	95.00%	99.00%	99.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	97.00%	100.00%	70.41%
PROPIA	CLASICO	FOTOCOPIA 080 GR A-4 REYSER	93.00%	100.00%	100.00%	90.00%	90.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	97.00%	100.00%	70.61%
		FOTOCOPIA 075 GR A-4 KEROCOPY	78.30%	90.00%	90.00%	95.00%	95.00%	98.49%	86.94%	89.00%	96.00%	86.94%	98.00%	95.61%	65.64%	
	PREMIUM	FOTOCOPIA 080 GR A-4 GALLOCOPY	84.39%	97.00%	97.00%	98.00%	98.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	98.00%	100.00%	70.20%
		FOTOCOPIA 075 GR A-4 GALLOCOPY	85.26%	98.00%	98.00%	98.00%	98.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	98.00%	100.00%	70.40%
		FOTOCOPIA 080 GR A-4 GALLOCOPY	86.13%	98.00%	98.00%	100.00%	100.00%	98.00%	95.94%	95.94%	95.94%	95.94%	98.00%	100.00%	100.00%	69.61%
		FOTOCOPIA 080 GR A-4 PERUCOPY	87.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	98.00%	100.00%	70.98%

3.2 DIAGNÓSTICO DE LAS FASES DE PRODUCCIÓN SELECCIONADAS

En la tabla 7 se observa el conjunto de merma de producción en kilos clasificada según su origen. Estos despilfarros son mapeados a través del registro en un celular mediante el peso en una balanza con capacidad de 1 tonelada.

Tabla 7 Cantidad de merma en kilos por máquina por tipo

MÁQUINA	ALMACEN	FORROS	ORIGEN	PROCESO	REFILE	TUCOS DE PRIMERA	TOTAL
CONVERTIDORA 1	30.00	6,910.50	2,998.00	1,931.50	9,404.82	6,591.50	27,866.32
CONVERTIDORA 3	1,534.00	54,212.00	43,704.60	17,313.00	10,200.96	69,072.50	196,037.06
FFCC	16.00	1,714.00	260.00	1,101.50	268.79	1,012.00	4,372.29
FILE		720.30	1,355.50	2,364.50		881.60	5,321.90
FOTOCOPIA 1		18,367.00	1,031.10	27,274.93	16,850.85	19,771.00	83,294.88
FOTOCOPIA 2		27,595.00	5,240.27	35,340.69	21,077.30	30,065.00	119,318.26
GUILLOTINA 3		0.00	187.00	77.46	1,910.64	0.01	2,175.11
INTERCALADORA 1		0.00			0.00	0.00	0.00
PLASTIFICADORA		17.50			0.00	22.50	40.00
REBOB CONTOMETROS 10	3.00	226.00	108.50	202.50	1,051.63	262.50	1,854.13
REBOB CONTOMETROS 11	1.50	4,379.00	1,242.05	3,245.50	7,930.75	4,526.00	21,324.80
REBOB CONTOMETROS 12	233.00	4,342.00	538.50	878.00	1,186.69	3,493.00	10,671.19
REBOB CONTOMETROS 2		47.50	7.00	75.00	126.09	33.00	288.59
REBOB CONTOMETROS 5	353.00	1,237.50	721.00	941.50	0.00	921.50	4,174.50
REBOB CONTOMETROS 6		524.50	129.50	287.80	1,473.43	610.50	3,025.73
REBOB CONTOMETROS 7	12.00	1,252.00	646.00	500.50	2,031.44	1,471.50	5,913.44
REBOB CONTOMETROS 8		9.00	21.00	17.50	13.47	8.00	68.97
REBOB CONTOMETROS 9	4.00	3,029.00	1,239.50	3,321.50	6,835.76	3,099.00	17,528.76
SOBRE OPEN END		2,432.50	3,018.00	4,724.00	34,736.96	2,038.50	46,949.96
SOBRE OPEN SIDE	0.50	141.50	370.00	351.50	780.14	283.00	1,926.64
SOBRE PAGO		0.00	35.00	317.50	6.09	0.00	358.59
TROQUEL HIDRAULICO		24.06		423.54	593.92	38.06	1,079.58

En la tabla 8 se muestra el porcentaje de la cantidad de merma de producción en kilos clasificada según su origen. En la tabla se observa que la familia de productos que se analizará (Fotocopia 1 y Fotocopia 2), presentan mayor porcentaje de merma de material es en el proceso, el inicio del tuco de la bobina, y los forros de la bobina.

Tabla 8 Porcentaje de merma en kilos por máquina por tipo

MÁQUINA	ALMACEN	FORROS	ORIGEN	PROCESO	REFILE	TUCOS DE PRIMERA	TOTAL
CONVERTIDORA 1	0.11%	24.80%	10.76%	6.93%	33.75%	23.65%	100.00%
CONVERTIDORA 3	0.78%	27.65%	22.29%	8.83%	5.20%	35.23%	100.00%
FFCC	0.37%	39.20%	5.95%	25.19%	6.15%	23.15%	100.00%
FILE	0.00%	13.53%	25.47%	44.43%	0.00%	16.57%	100.00%
FOTOCOPIA 1	0.00%	22.05%	1.24%	32.75%	20.23%	23.74%	100.00%
FOTOCOPIA 2	0.00%	23.13%	4.39%	29.62%	17.66%	25.20%	100.00%
GUILLOTINA 3	0.00%	0.00%	8.60%	3.56%	87.84%	0.00%	100.00%
INTERCALADORA 1	-	-	-	-	-	-	-
PLASTIFICADORA	0.00%	43.75%	0.00%	0.00%	0.00%	56.25%	100.00%
REBOB CONTOMETROS 10	0.16%	12.19%	5.85%	10.92%	56.72%	14.16%	100.00%
REBOB CONTOMETROS 11	0.01%	20.53%	5.82%	15.22%	37.19%	21.22%	100.00%
REBOB CONTOMETROS 12	2.18%	40.69%	5.05%	8.23%	11.12%	32.73%	100.00%
REBOB CONTOMETROS 2	0.00%	16.46%	2.43%	25.99%	43.69%	11.43%	100.00%
REBOB CONTOMETROS 5	8.46%	29.64%	17.27%	22.55%	0.00%	22.07%	100.00%
REBOB CONTOMETROS 6	0.00%	17.33%	4.28%	9.51%	48.70%	20.18%	100.00%
REBOB CONTOMETROS 7	0.20%	21.17%	10.92%	8.46%	34.35%	24.88%	100.00%
REBOB CONTOMETROS 8	0.00%	13.05%	30.45%	25.37%	19.53%	11.43%	100.00%
REBOB CONTOMETROS 9	0.02%	17.28%	7.07%	18.95%	39.00%	17.68%	100.00%
SOBRE OPEN END	0.00%	5.18%	6.43%	10.06%	73.99%	4.34%	100.00%
SOBRE OPEN SIDE	0.03%	7.34%	19.20%	18.24%	40.49%	14.69%	100.00%
SOBRE PAGO	0.00%	0.00%	9.76%	88.54%	1.70%	0.00%	100.00%
TROQUEL HIDRAULICO	0.00%	2.23%	0.00%	39.23%	55.01%	3.53%	100.00%

3.2.1 ANALISIS DE LA LINEA DE PRODUCTO A ESTUDIAR

Cada una de las líneas fabrica una “familia de productos” y las diferencias que presentan son el material y las dimensiones, por ejemplo, la línea de papel fotocopia A3 es diferente a la línea A4. El procedimiento que sigue cada “familia de productos” es parecido, con la diferencia de las dimensiones.

GRÁFICO DEMANDA HISTÓRICA DEL PRODUCTO

Como se puede observar en la Ilustración 18, durante los meses de alta demanda, los cuales son enero, febrero, marzo, octubre y noviembre; no se alcanza a cubrir la demanda correspondiente debido a que la producción no alcanza los niveles de demanda. Estos datos son del 2019 y basado en las tablas 5 y 6.

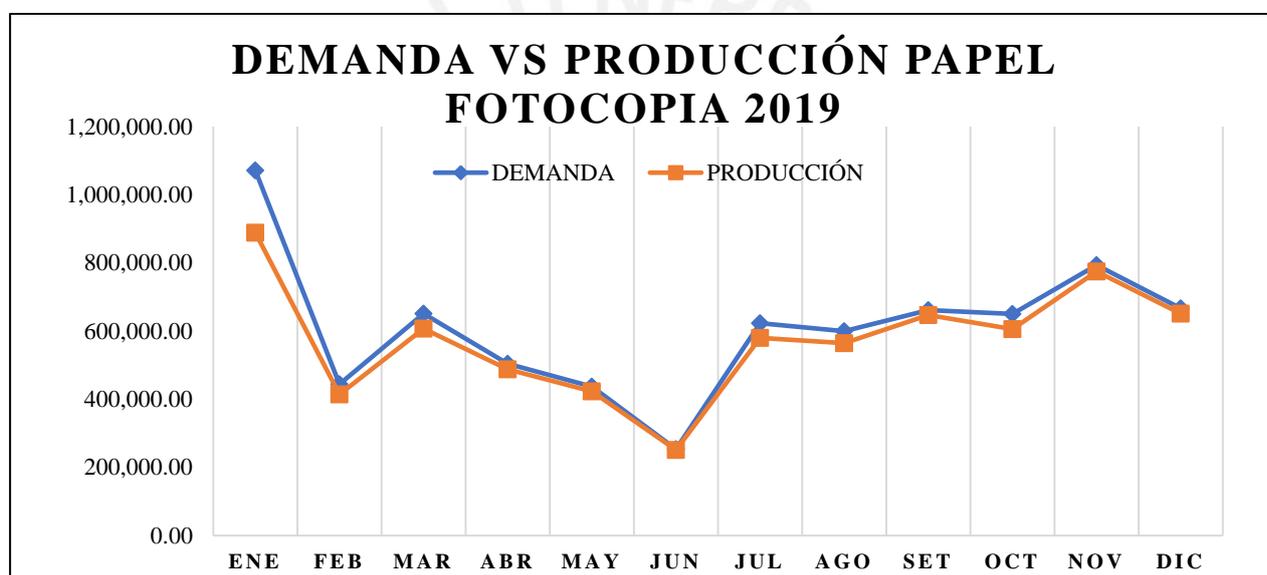


Ilustración 18 Demanda Histórica del Producto vs Capacidad de Producción en Millares

3.2.2 DESARROLLO DEL MAPA DEL FLUJO DEL VALOR (VSM)

Luego de seleccionar a la familia del producto a estudiar, el cual es el papel fotocopia, que será utilizado a manera de objeto de investigación, se realizará el mapa del flujo del valor (VSM) y proveer los datos acerca del flujo de los materiales y los tiempos de proceso de producción con el objetivo de realizar los procesos de manera optimizada mediante los recursos de *lean manufacturing*. (Rajadell, 2010)

Los datos acerca del lote de órdenes de fabricación y el lapso de transferencia establecido es manifestada por el área de Producción, esta área maneja esta información para preparar el planeamiento de secuencia de fabricación. En el caso del flujo de los materiales, también es indicada

por el mismo departamento ya que ellos cuentan con el requerimiento de materiales e insumos necesarios para cada producto, sin embargo, ante cualquier quiebre de stock son informados a los supervisores de producción.

En la tabla 9 se observa el detalle de los Indicadores de rendimiento para el cálculo del OEE, “Eficiencia General de los Equipos”, en cada proceso del flujo de producción, y el detalle de cómo han sido calculados para poder ser utilizados como datos relevantes para el bosquejo del VSM de la situación actual. Además, se incluye una breve descripción del análisis asociado a estos indicadores

Tabla 9 Indicadores de Rendimiento para el cálculo de la OEE

PROCESO	INDICADORES DE RENDIMIENTO	Cálculo	VALORES	OBJETIVO	EVALUACIÓN	
Corte de Material	OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	65%	94%	El OEE indica la productividad y eficiencia de un proceso, como vemos el objetivo es estar por encima del 94%, pero el promedio por Disponibilidad nos mantiene por debajo de ese rango. Esto nos indica a evaluar los factores que afectan al cálculo.	
	Disponibilidad	Tiempo Disponible / Tiempo Productivo	68%	97%	Este es uno de los factores que afectan al OEE, el objetivo es estar al 97%, pero es afectado porque la máquina no tiene las herramientas requeridas, o también porque presenta algún tipo de descalibración o el operador no está disponible para su mantenimiento o se toma mucho tiempo en realizarlo afectando el flujo de trabajo.	
	Rendimiento	Producción Real / Capacidad Productiva	95%	97%	El rendimiento 2% menor nos indica que hay que mejorar el tiempo máquina, se tiene velocidad ligeramente reducida para evitar el maltrato a la materia prima (papel).	
	Calidad	Piezas Buenas / Producción real	100%	100%	El procedimiento de corte es el correcto, sin embargo, en ocasiones se puede observar que en la bobina el material resulte defectuoso por arrugas o cordones, esto no afecta en su corte.	
	TS: Tiempo de Set Up			25 min	15 min	
	TC: Tiempo de Ciclo			0.1119 min	0.1 min	
PROCESO	INDICADORES DE RENDIMIENTO	Cálculo	VALORES	OBJETIVO	EVALUACIÓN	

Selección de Material	OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	95%	95%	El OEE indica la productividad y eficiencia de un proceso, como vemos el objetivo es estar por encima del 95%, el cual se cumple, sin embargo, se utilizan 3 personas para este proceso y el proyecto de la empresa es considerar 2 personas a largo plazo.
	Disponibilidad	Tiempo Disponible / Tiempo Productivo	99%	99%	La disponibilidad es la esperada, sin embargo, el objetivo no es estático y puede cambiar.
	Rendimiento	Producción Real / Capacidad Productiva	96%	96%	El rendimiento es el esperado, sin embargo, el objetivo no es estático y puede cambiar.
	Calidad	Piezas Buenas /Producción real	100%	100%	El procedimiento de selección es el correcto, sin embargo, en ocasiones se puede observar que en la bobina el material resulte defectuoso por arrugas o cordones.
	TS: Tiempo de Set Up		0 min	1 min	
	TC: Tiempo de Ciclo		0.049 min	0.04 min	
PROCESO	INDICADORES DE RENDIMIENTO	Cálculo	VALORES	OBJETIVO	EVALUACIÓN
Pegado de Paquetes	OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	80%	95%	El OEE indica la productividad y eficiencia de un proceso, como vemos el objetivo es estar por encima del 95%, pero el promedio por Disponibilidad y Calidad nos mantiene por debajo de ese rango. Esto nos indica a evaluar los factores que afectan al cálculo.
	Disponibilidad	Tiempo Disponible / Tiempo Productivo	90%	99%	Este es uno de los factores que afectan al OEE, el objetivo es estar al 99%, pero es afectado porque la máquina no tiene las herramientas requeridas, o también porque presenta algún tipo de descalibración o el operador no está disponible para su mantenimiento o se toma mucho tiempo en realizarlo afectando el flujo de trabajo.
	Rendimiento	Producción Real / Capacidad Productiva	95%	96%	El rendimiento es el esperado, sin embargo, el objetivo no es estático y puede cambiar.
	Calidad	Piezas Buenas /Producción real	94%	100%	El procedimiento de pegado presenta una calidad menor a la esperada esto porque existen muchos productos defectuosos por el pegado de los laterales. Estos deben ser reprocesados y realizar controles de calidad.
	TS: Tiempo de Set Up		20 min	10 min	
	TC: Tiempo de Ciclo		0.048 min	0.039 min	

PROCESO	INDICADORES DE RENDIMIENTO	Cálculo	VALORES	OBJETIVO	EVALUACIÓN	
Encajado de Empaques	OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	84%	96%	El OEE indica la productividad y eficiencia de un proceso, como vemos el objetivo es estar por encima del 96%, pero el promedio por Rendimiento nos mantiene por debajo de ese rango. Esto nos indica a evaluar los factores que afectan al calculo.	
	Disponibilidad	Tiempo Disponible / Tiempo Productivo	100%	100%	El procedimiento de Encajado de Paquetes es el correcto, sin embargo, en ocasiones existen paradas por averías o limpieza pero son poco usuales.	
	Rendimiento	Producción Real / Capacidad Productiva	85%	96%	El rendimiento es menor en 11%, existen paradas por razones particulares como ir al baño o llamada de atención. También se observa que se tiene velocidad reducida para evitar el maltrato de la caja y permitir que se seque la goma en caliente.	
	Calidad	Piezas Buenas /Producción real	99%	100%	El procedimiento de Encajado es el correcto, existe problemas de defectos cuando la goma a pegar en la caja no seca adecuadamente y se despegan al encajarse.	
	TS: Tiempo de Set Up			0 min	0 min	
	TC: Tiempo de Ciclo			0.081 min	0.075 min	
PROCESO	INDICADORES DE RENDIMIENTO	Cálculo	VALORES	OBJETIVO	EVALUACIÓN	
Posicionamiento pallet	OEE	Disponibilidad x Rendimiento x Calidad	99%	99%	El OEE indica la productividad y eficiencia de un proceso, como vemos el objetivo es estar por encima del 99%. Esto nos indica a evaluar los factores que afectan al cálculo.	
	Disponibilidad	Tiempo Disponible / Tiempo Productivo	100%	100%	La disponibilidad es la esperada.	
	Rendimiento	Producción Real / Capacidad Productiva	99%	99%	La disponibilidad es la esperada, sin embargo, el objetivo no es estático y puede cambiar.	
	Calidad	Piezas Buenas /Producción real	100%	100%	La disponibilidad es la esperada.	
	TS: Tiempo de Set Up			0 min	1 min	
	TC: Tiempo de Ciclo			0.045 min	0.04 min	

En la ilustración 19 mostrada a continuación se describe el “Mapa de Flujo de Valor de la situación actual”, donde TC significa Tiempo de Ciclo, TP significa Tiempo de Set Up del proceso y OEE es la Eficiencia General de los Equipos que se calcula como resultado de la multiplicación de los indicadores de “Disponibilidad”, “Rendimiento” y “Calidad”.



a) VALUE STREAM MAPING ACTUAL

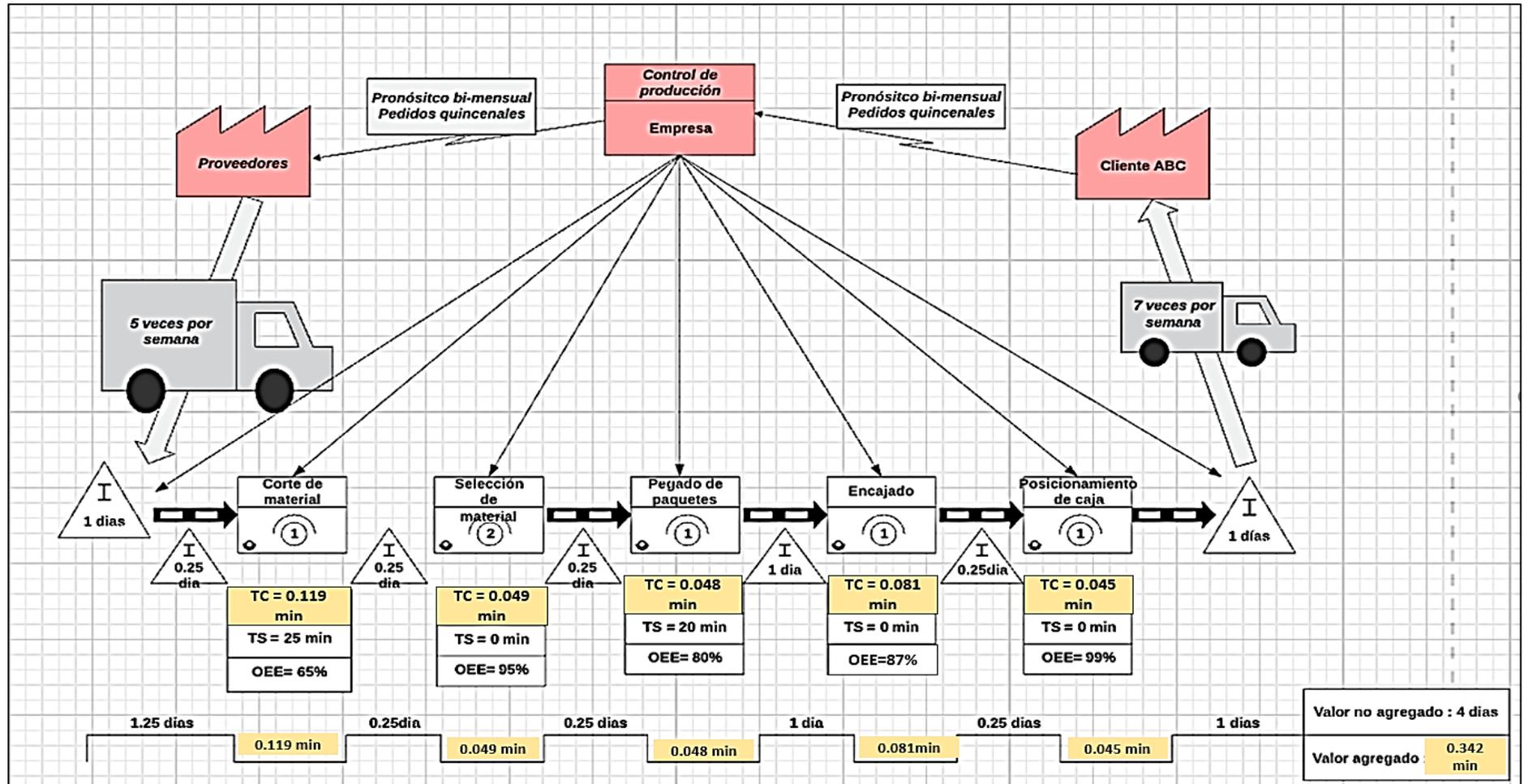


Ilustración 19 Value Stream Mapping Actual

El arribo de la materia prima se realiza mediante un contenedor de 20 pies que despachan las empresas que proveen, el operador de camión llega a la planta y los operadores de almacén bajan las bobinas de papel y la colocan en el almacén respectivo. Con respecto al material de la bobina, puede durar el tiempo de acopio entre 1 a 3 días.

Se realizó un estudio de tiempos previo, para poder obtener los datos del tiempo de valor agregado T.V.A de 0.342 minutos y el tiempo de valor no agregado TVNA de 4 días

A continuación, se observa el resumen del detalle del OEE de cada una de las estaciones

Tabla 10 Detalle de OEE por procesos

ACTIVIDAD	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE
Corte De Material	68%	95%	100%	65%
Selección De Material	99%	96%	100%	95%
Pegado De Paquetes	90%	95%	94%	80%
Encajado De Empaques	100%	85%	99%	84%
Posicionamiento De La Caja En El Pallet	100%	99%	100%	99%

Estos datos son utilizados para la construcción del VSM actual de la Ilustración 19

Se puede observar en el VSM que el tiempo de valor no agregado es de 4 días, sin embargo, existen actividades que demoran más que otras y ocasionan exceso de inventarios en cola.

En esta sección se realizará el diagnóstico y análisis de la producción de papel fotocopia presentará los principales desperdicios que ocasionan que el flujo de la planta de fotocopia sea ineficiente.

En la Ilustración 20 se observa el tiempo de ciclo en minutos por cada estación de trabajo, y el Takt time que se encuentra calculado en la tabla 11.

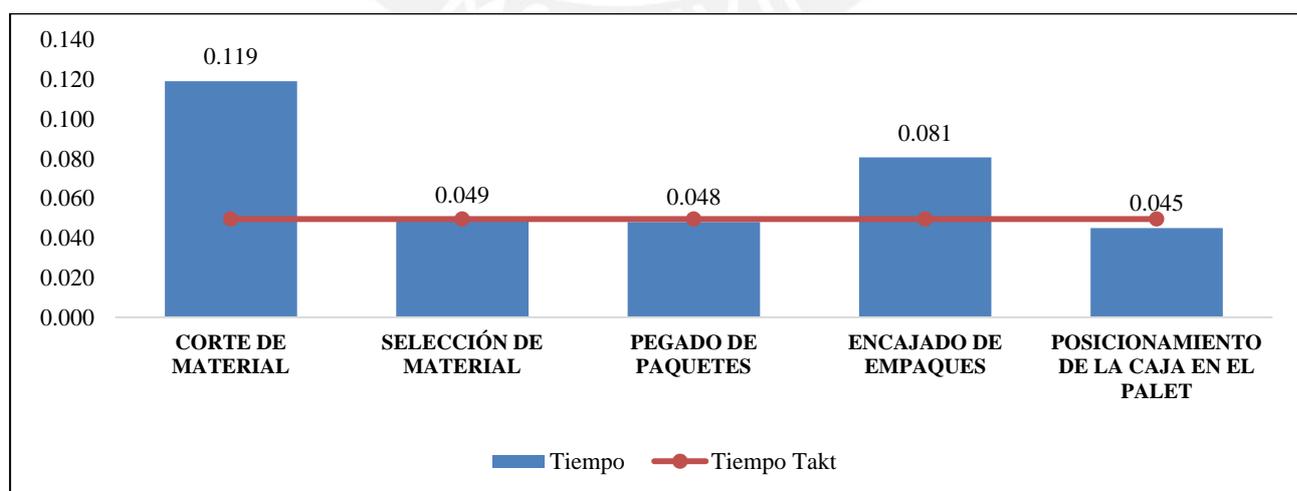


Ilustración 20 Tiempo de ciclo de cada estación

Tabla 11 Cálculo de Takt Time

Demanda mensual	254,135 mill
Demanda diaria	8,471 mill
Takt Time: Tdisponible x día / Demanda diaria	0.050 min

El objetivo es ajustar cada estación de trabajo al valor del Takt time que es el ritmo que demanda cliente.

Se observa en la Ilustración 20 que la compañía realiza la fabricación a un ritmo más pausado de lo que el cliente solicita. Debido a esta situación existe atraso en las ordenes de pedido, además que el cliente se encuentra insatisfecho ya que se incumple al plan de entrega. Además, existe desgaste de las maquinarias debido al aumento de la velocidad de la fabricación para poder cumplir con los pedidos.

3.2.3 TIPIFICACIÓN DE LOS DESPERDICIOS EN EL VALUE STREAM MAPPING ACTUAL

En el mapa del flujo del valor presente (VSM) mostrado en la Ilustración 19, se identificará los desperdicios que impidan el correcto desempeño del proceso de fabricación del papel fotocopia, con el objetivo de optimizar los tiempos de producción por estación y de entrega del papel fotocopia al consumidor, así mismo consigue mejorar la satisfacción del cliente; adicionalmente genera aumento de productividad en el rubro papelerero.

En el siguiente apartado, se especificarán los desperdicios que se identificaron:

a) INVENTARIOS

Los operadores de almacén ubican la materia prima (bobinas e insumos) en la estación de corte de material, la cual es utilizada en su integridad en una jornada de trabajo y es abastecida continuamente, independientemente del espacio y costo de posesión de inventarios.

Asimismo, en las zonas de las estaciones de trabajo, donde se acumulan los productos en proceso, se encuentra un alto nivel de inventario intermedio. Como se indica en el VSM de la Ilustración 19, el tratamiento de la información del WIP se consiguió mediante de la cantidad de *ítems* que se contaron en el inventario entre los procesos y el indicador de valor de demanda de compradores (*takt time*), se obtuvo un tiempo de valor no agregado (TV.NA) de 4 días.

En la Ilustración 21 se muestra el diagrama de causas y efecto del exceso de inventarios.

$$WIP = \frac{\text{Unidades inventariadas entre procesos}}{\text{takt time}}$$

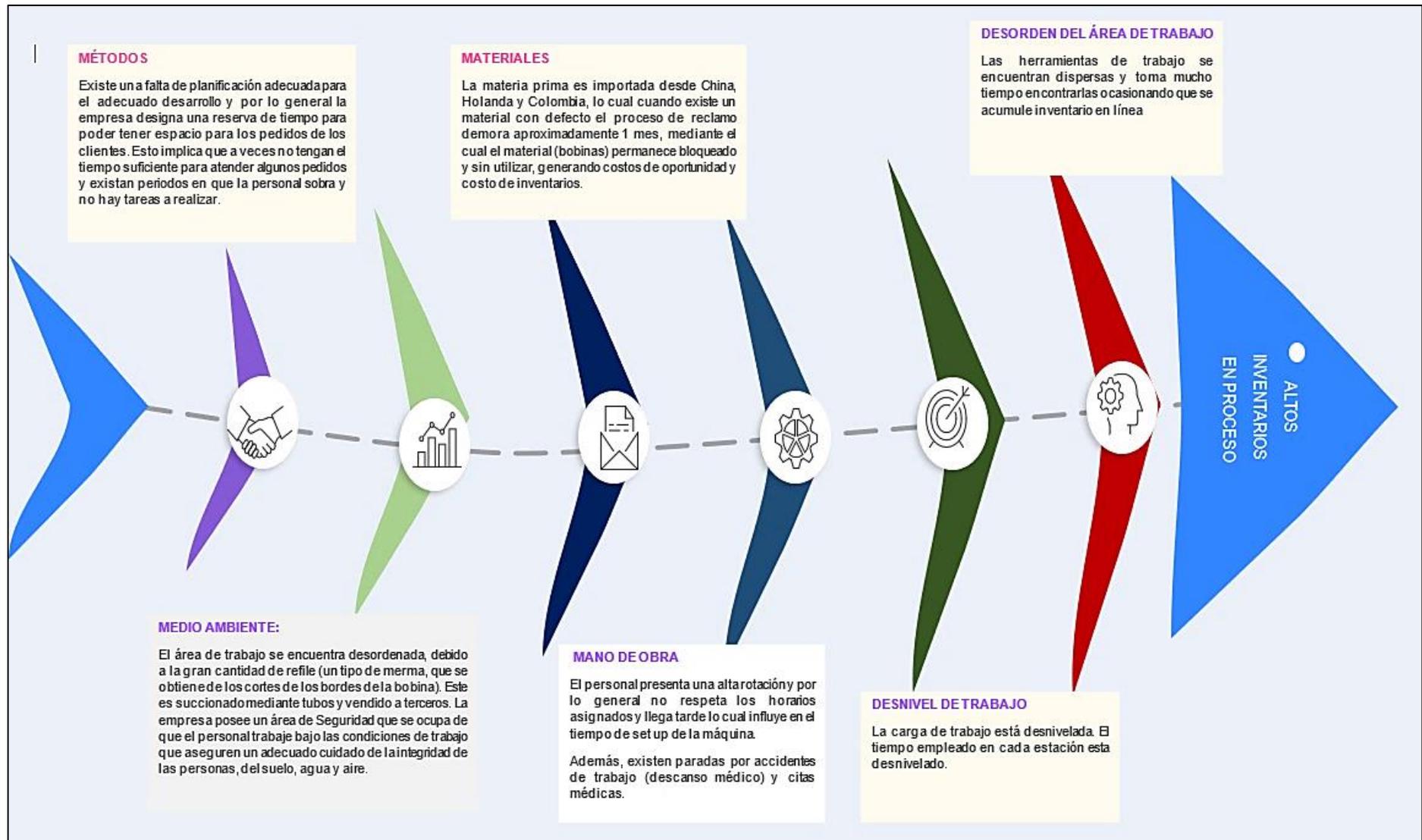


Ilustración 21 Diagrama de Causa y Efecto de exceso de inventario

b) MOVIMIENTOS INNECESARIOS

Los instrumentos del operador no tienen un recipiente adecuado, dentro del área de trabajo. Las herramientas que pertenecen a la zona de producción de papel fotocopia no están al alcance del operador; y que a su vez están diseminadas en todas las estaciones, incluso dentro del mismo almacén, esto implica que el operador ejecute movimientos que no son necesarios para la búsqueda de los instrumentos; además, hay instrumentos que son utilizadas por más de una estación; pero de la misma forma que el asunto anterior mostrado, éstos no tienen un área asignada de ubicación, debido a esto los operadores utilizan parte del tiempo de su jornada laboral para moverse de manera innecesaria a zonas de trabajo en rastreo de las herramientas.

En el diagrama de recorrido de la Ilustración 22 se muestra los traslados de cada operador en su estación asignada. La estación a estudiar es la de **CORTE DE MATERIAL**

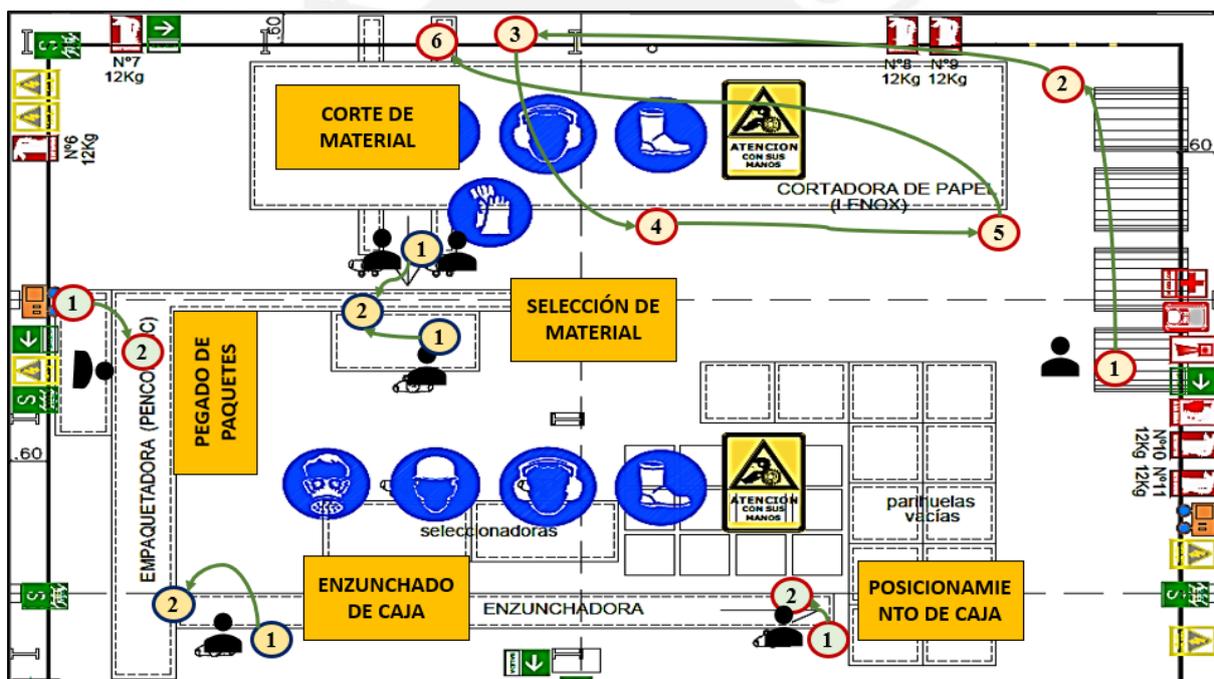


Ilustración 22 Diagrama de Recorrido del proceso de producción del papel fotocopia

Como se puede observar en la Ilustración 20 “Tiempo de ciclo de cada estación”, se observa que la actividad **“CORTE DE MATERIAL”** y **“ENCAJADO DE PAQUETES”**, son actividades cuyo tiempo de ciclo está por encima del tiempo Takt. El objetivo del proyecto es adaptar el ritmo de las actividades de cada centro de trabajo al ritmo del Takt time.

Es por ello que el análisis se realizará sobre la actividad “cuello de botella” la cual es el **“CORTE DEL MATERIAL”**. El cual posee un OEE de 65%, el cual se ve mayormente afectado por la

disponibilidad la cual corresponde al 68% según la tabla 9 y 10, es por ello que el análisis se concentrará en esta etapa del proceso. Como resultado del análisis de VSM, se deberá analizar cuáles son las causas que ocasionan estas paradas de producción en la actividad **“CORTE DE MATERIAL”**

c) PARADAS DE MAQUINA

En la tabla 12 se observa la cantidad de horas de parada por máquina y el porcentaje que representa con respecto a todas las paradas.

Tabla 12 Paradas de Horas Máquina de máquina fotocopia (en horas)

CODIGO	PARADAS DE HORAS MAQUINA	HORAS PARADAS	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
006	PARADA POR REGULACIÓN DE MÁQUINA	118.16	26.46%	26.46%
003	PARADA POR FALLA MECÁNICA	105.06	23.52%	49.98%
011	PARADA POR CAMBIO DE CUCHILLA	101.83	22.80%	72.78%
005	PARADA POR CAMBIO DE PRODUCCIÓN	25.58	5.73%	78.51%
002	PARADA POR FALLA ELÉCTRICA	19.92	4.46%	82.97%
022	PARADA POR MATERIAL DEFECTUOSO	13.74	3.08%	86.04%
008	PARADA POR CAPACITACIÓN O REUN	13.18	2.95%	88.99%
029	PARADA POR MATERIAL DEFECTUOSO	11.25	2.52%	91.51%
017	PARADA PARA PRUEBA DE PRODUCTO	8.92	2.00%	93.51%
013	PARADA SIN ORDEN DE FABRICACIÓN	7.75	1.74%	95.24%
027	PARADA POR CUADRILLA INCOMPLET	7.00	1.57%	96.81%
009	PARADA POR LIMPIEZA DE MÁQUINA	5.41	1.21%	98.02%
004	PARADA POR CORTE DE FLUIDO ELECTRICO	3.42	0.77%	98.79%
010	PARADA POR INSUMO DEFECTUOSO	2.33	0.52%	99.31%
030	PARADA POR DEMORA, PERSONAL NUEVO	1.00	0.22%	99.53%
026	PARADA POR FALTA DE PERSONAL	0.83	0.19%	99.72%
001	PARADA POR DEMORA DE SUPERVISOR	0.75	0.17%	99.89%
015	PARADA POR DEMORA DE ALMACÉN DE INSUMOS	0.50	0.11%	100.00%

En la Ilustración 23 se observa el diagrama de Pareto asociado a la tabla 12, se observa que los 3 primeros tipos de paradas (006, 003, 011) representan el 73% de las paradas.

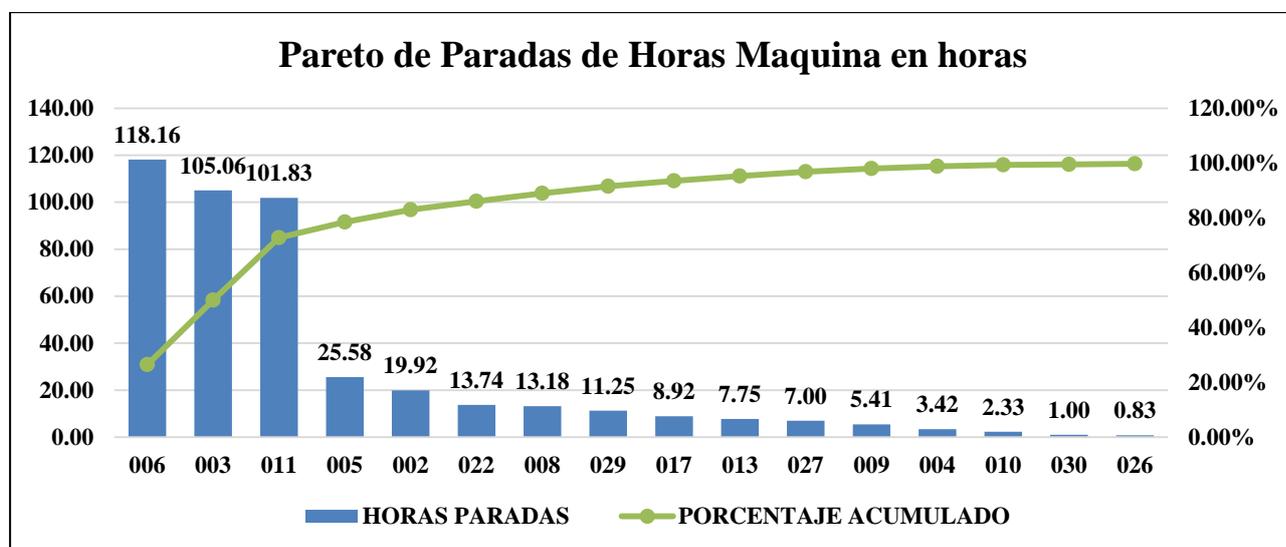


Ilustración 23 Pareto de Paradas de Horas Maquina en horas

d) PARADAS DE HORAS HOMBRE

En la tabla 13 se muestra la cantidad de horas de parada por horas hombre y el porcentaje que representa con respecto a todas las paradas.

Tabla 13 Paradas de Hombre de máquina fotocopia (en horas)

PARADAS DE HORAS HOMBRE	HORAS PARADAS	PORCENTAJE	PORCENTAJE	ACUMULADO
06	PARADA POR REGULACION DE MAQUINA	990.87	28.80%	28.80%
03	PARADA POR ACCIDENTE DE TRABAJO	795.67	23.13%	51.93%
11	PARADA POR CAMBIO DE CUCHILLA	692.17	20.12%	72.05%
05	PARADA POR CAMBIO DE PRODUCCIO	191.00	5.55%	77.61%
02	PARADA POR CITA MEDICA	182.75	5.31%	82.92%
08	PARADA POR CAPACITACION O REUN	149.50	4.35%	87.27%
22	PARADA POR MATERIAL DEFECTUOSO	116.17	3.38%	90.64%
29	PARADA POR MATERIAL DEFECTUOSO	79.92	2.32%	92.97%
13	PARADA SIN ORDEN DE FABRICACIO	48.75	1.42%	94.38%
27	PARADA POR CUADRILLA INCOMPLET	48.50	1.41%	95.79%
09	PARADA POR LIMPIEZA DE MAQUINA	41.75	1.21%	97.01%
17	PARADA PARA PRUEBA DE PRODUCTO	35.83	1.04%	98.05%
04	PARADA POR CORTE DE FLUIDO ELE	23.67	0.69%	98.74%
10	PARADA POR INSUMO DEFECTUOSO	19.33	0.56%	99.30%
01	PARADA POR DEMORA DE SUPERVISO	7.50	0.22%	99.52%
30	PARADA POR DEMORA, PERSONAL NU	7.00	0.20%	99.72%
26	PARADA POR PERMISO	6.17	0.18%	99.90%
15	PARADA POR DEMORA DE ALMACEN	3.50	0.10%	100.00%

En la Ilustración 24 se observa el diagrama de Pareto asociado a la tabla 12, se observa que los 3 primeros tipos de paradas (06, 03, 11) representan el 72% de las paradas.

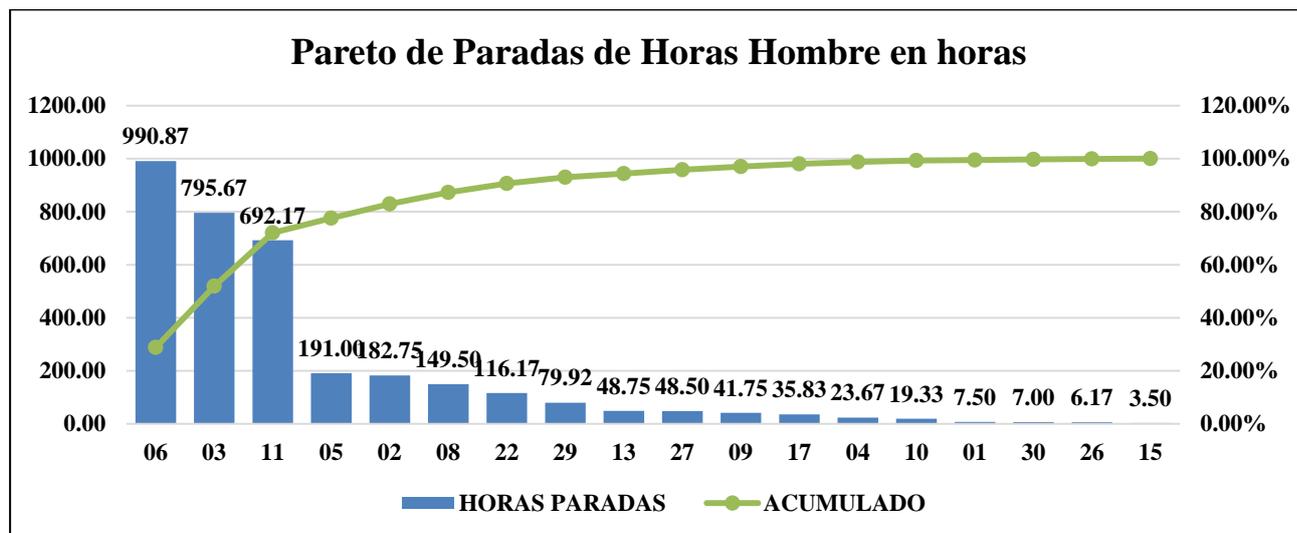


Ilustración 24 Pareto de Paradas de Horas Hombre en horas

3.2.4 IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS A UTILIZAR SEGÚN LOS DESPERDICIOS ENCONTRADOS

En el inciso 3.2.3 se muestra los desperdicios en el área de trabajo, para poder proponer mejoras en el área de corte de material se presenta la siguiente tabla de herramientas posibles a utilizar.

En la Tabla 14 se muestra las herramientas a utilizar para los desperdicios encontrados: exceso de inventarios, movimientos innecesarios, paradas de horas máquina, paradas de horas hombre.

Tabla 14 Herramientas a utilizar por cada desperdicio encontrado

Desperdicio	Métrica	Herramienta a utilizar
Inventarios	Unid / Takt time	5 S, Balance de Línea
		Andon
Movimientos innecesarios	Pasos recorridos	5 S
		Distribución de planta (cambio de layout)
Paradas de máquina	Porcentaje de horas máquina paradas	5 S, Balance de Línea
		SMED
Paradas de horas hombre	Porcentaje de horas hombre parada	5 S, Balance de Línea

4. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MEJORA DE ACUERDO CON LAS NECESIDADES DETECTADAS

La metodología diseñada en el capítulo 3, se ha originado con la necesidad de diseñar una propuesta que reduzca el tiempo de valor no agregado que genera un incremento del tiempo del lead time, lo que afecta el cumplimiento de la demanda y la satisfacción del cliente. El proceso para la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en la compañía a analizar, se realiza la propuesta de tres fases específicas que permitan conseguir el establecimiento de un sistema orientado hacia la mejora continua del flujo de línea, las cuales son la metodología 5 S, SMED y Balance de línea.

4.1 APLICACIÓN DE 5'S

Según lo señalado por Villaseñor, “las 5 S es una metodología fundamental en el desarrollo de Lean Manufacturing pues involucra el esfuerzo de todo el personal en sus puestos de trabajo y del personal administrativo, para descubrir con mayor destreza las dificultades, ayudar a descubrir anomalías” (Villaseñor, 2007). A continuación, se detalla la institución del Comité de 5 S

COMITÉ DE IMPLEMENTACIÓN DE 5 S

Antes de realizar la ejecución de las herramientas de las 5 S, es importante que los operadores sean entrenados, con el objetivo de que perciban la importancia y la definición de estas 5 S. Una vez comprendida su importancia y entendimiento, se realiza con la implementación.

Para poder realizar esta actividad, se deberá establecer un comité de personas para poder integrar a todos los empleados en la capacitación. Este comité será integrado por parte personal de gerencia, jefes, supervisores y operadores. Este equipo contará con personal suplente ya que el personal operativo cuenta con horario rotativo. En la tabla 15 se muestra el personal asignado a este comité.

Tabla 15 Miembros del comité 5S

Miembro del comité	Estado
Gerente de Mejora continua	Titular
Gerente de producción	Titular
Gerente de operaciones	Titular
Jefe de producción	Titular
Supervisor de producción A	Titular
Supervisor de producción B	Suplente
Supervisor de SSOMA	Titular
Trabajador Social	Titular
Operador A	Titular
Operador B	Titular
Operador C	Suplente
Operador D	Suplente
Operador E	Suplente

OBJETIVO GENERAL

- Realizar la implementación de la metodología de las 5 S en el área de corte de máquina en la compañía del sector paplero.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ejecutar un mapeo de los procedimientos, zonas de trabajo, utilización de maquinarias, objetos y instrumentales.
- Optimizar la productividad.
- Aprovechar al máximo el medio de trabajo, cuidando la protección y seguridad de los empleados.
- Realizar la capacitación a los empleados con la metodología de las 5 S.
- Evaluar, controlar y realizar seguimiento al proyecto.

ESTUDIO PRELIMINAR

En esta etapa, se procederá a clasificar y distinguir entre lo que se necesita y lo que se debe retirar del puesto de trabajo (lo innecesario).

En la Ilustración 25 se observa el procedimiento a seguir con los objetos encontrados en el área de la estación de trabajo “CORTE DE MÁQUINA”, la cual ha sido identificada como el cuello de botella.

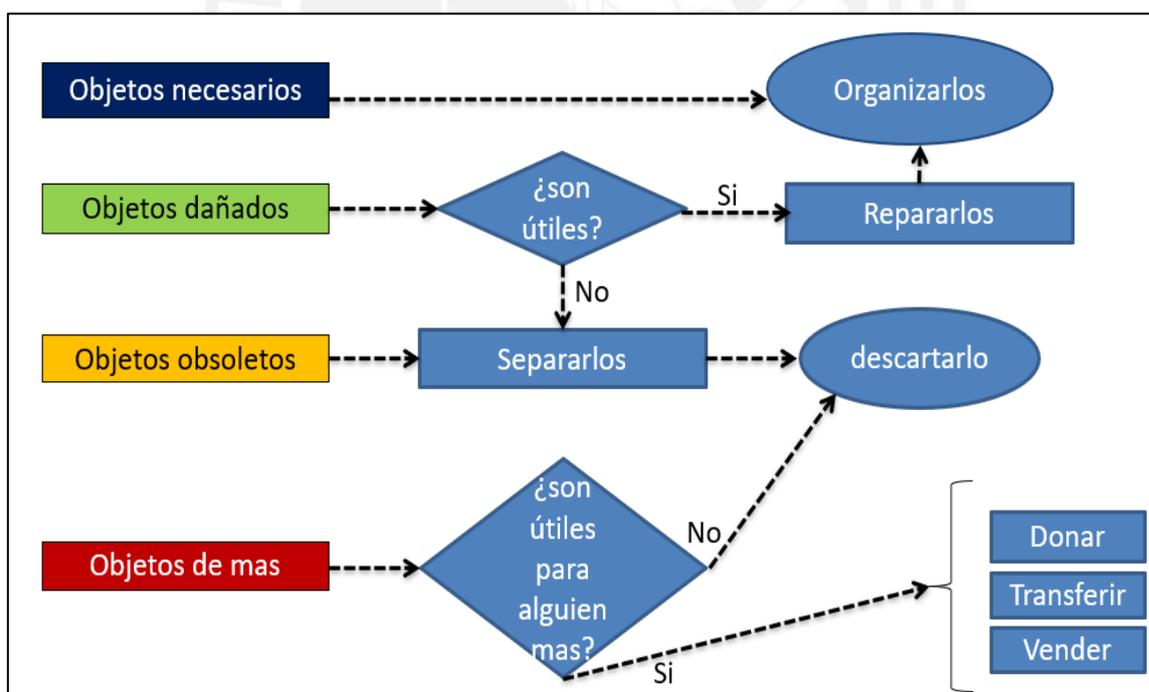


Ilustración 25 Procedimiento de implementación de 5 S

A continuación, se muestra las imágenes en las cuales se observa el estado inicial del área de trabajo.



Ilustración 26 Insumo desordenado en máquina



Ilustración 27 Herramientas no rotuladas



Ilustración 28 Herramientas mal posicionadas

En la tabla 16 se observa el cronograma de actividades de aplicación de las 5 S, este es un esquema proyectado cuya base es de 40 semanas. Aquí se incluye la definición de objetivos, el desarrollo de capacitaciones y la presentación de los resultados.

Tabla 16 Cronograma de implementación de 5S

		SEMANAS																																												
N	Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40					
I	Situación actual																																													
1	Diagnóstico de la situación actual	■	■																																											
2	Reunión con la gerencia			■																																										
3	Revisión de resultados de la situación actual				■	■	■																																							
4	Definición de objetivos							■																																						
5	Establecer el comité de implementación de 5S								■																																					
II	Definición de capacitaciones 5S																																													
6	Preparación del material del 5S									■	■	■																																		
7	Explicación de objetivos de 5S al personal										■	■	■																																	
8	Documentar las capacitaciones y reuniones															■	■																													
9	Elaboración de las actividades SEIRI																																													
10	Ejecución de las actividades SEIRI																																													
11	Registro y documentación de actividades SEIRI																																													
12	Elaboración de actividades SEITON y SEISO																																													
13	Ejecución de las actividades SEITON y SEISO																																													
14	Documentar las capacitaciones y reuniones																																													
15	Capacitación de SEIKETSU																																													
16	Capacitación de SHITSUKE																																													
III	Control de actividades																																													
17	Establecer criterios de auditoría																																													
18	Presentación de resultados																																													
19	Establecer evaluaciones periódicas																																													

A continuación, se explicará el desarrollo del cronograma de implementación, para ello se indicará todas las herramientas y formatos utilizados para esta metodología.

4.1.1 SITUACIÓN ACTUAL

La empresa, como se observan en las ilustraciones 26,27 y 28 no presenta un almacenamiento adecuado de los instrumentos y materiales empleados para la producción del papel fotocopia. Adicionalmente, no presenta aparadores por cada área de trabajo para el sitio de las herramientas. En las ilustraciones se observan que las herramientas son dejadas en la misma área de trabajo.

La empresa no presenta una cultura de mantenimiento preventivo y tampoco predictivo; ya que realiza el mantenimiento correctivo cuando la falla ya se ha ocasionado y se deba parar la fabricación para de reparar alguna máquina.

Se muestra la Tabla 17 donde se indica la lista de herramientas y objetos encontrados en el área y su frecuencia de uso

Tabla 17 Lista de herramientas de y objetos y la frecuencia de uso

N	Objeto	Tipo	Cantidad de uso por mes
1	Aceites de cambio	Insumo	400
2	Barra de izaje tipo A	Herramienta	50
3	Barra de izaje tipo B	Herramienta	50
4	Bobinas de laminado de papel	Insumo	1,500
5	Bolsas de basura	Objeto de limpieza	300
6	Botiquín de emergencia	Objeto de seguridad	10
7	Cascos de seguridad de los operadores	EPP	1,500
8	Celulares y aparatos tecnológicos defectuosos	Tecnología	0
9	Compresoras de aire	Herramienta	30
10	Cuchilla tipo A	Herramienta	40
11	Cuchilla tipo B	Herramienta	40
12	Cuchillas defectuosas	Herramienta	0
13	Cuchillas óptimas	Herramienta	300
14	Engranaje tipo A	Herramienta	900
15	Engranaje tipo B	Herramienta	900
16	EPPs desgastados	EPP	0
17	Escoba	Objeto de limpieza	20
18	Estocas transportadoras	Herramienta	300
19	Etiquetas de bobinas	Insumo	360
20	Gomas para pegado	Insumo	300
21	Guías transportadoras	Herramienta	1,200
22	Instructivos de máquina	Instructivo	20
23	Llave de la puerta de seguridad	Herramienta	60
24	Llave Lenox A	Herramienta	900
25	Llave Lenox B	Herramienta	900
26	Material defectuoso	Desperdicio	0
27	Paletas	Herramienta	1,500
28	Productos terminados en paletas	Producto terminado	3,000
29	Recipiente de mermas	Objeto de limpieza	300
30	SalDOS de bobinas de papel	Desperdicio	600
31	Separadores de productos	Herramienta	1,500
32	Tachos de residuos	Objeto de limpieza	3,000
33	Tintas de máquina impresora	Insumo	800
34	Tucos de bobinas	Insumo	1,000

4.1.2 DEFINICIÓN DE CAPACITACIONES

En esta fase se explicará el desarrollo de la implementación de las 5 S, preparación del material del 5 S, tales como la explicación de objetivos de 5 S, documentación, implementación y ejecución de las 5 S: “SEIRI”, “SEITON” y “SEISO”, “SEIKETSU”, “SHITSUKE”.

a) IMPLEMENTACIÓN DE SEIRI

En esta fase, con el apoyo y con la cooperación de los operadores, supervisores, jefes y gerentes se inicia mediante la categorización de los *ítems* que se encuentran en las estaciones de trabajo, éstos

serán rotulados con tarjetas de colores, tal cual se observa en la Ilustración 29, para validar su uso y su clasificación.

Fecha actual	Detalle
Área de producción	
Línea de producción	
Operador	
Decisión	
Observaciones	
Verde	Lugar correcto - uso constante
Amarillo	Lugar correcto - uso no constante
Naranja	Lugar incorrecto
Rojo	Innecesario

Ilustración 29 Tarjeta de clasificación de objetos

- **Elementos de que se encuentran en el lugar correcto y de uso constante**
Este tipo de objetos serán rotulados con una tarjeta de color verde (*green tag*) e internamente en esta clase se encuentran los objetos que son de utilización constante y se encuentran en el puesto de trabajo correcto.
- **Elementos de que se hallan en el lugar correcto y de uso no constante**
Este tipo de objetos serán rotulados con una tarjeta de color amarillo (*yellow tag*) e internamente en esta clase se encuentran los objetos que son manipulados dentro de la estación de trabajo, pero su utilización no es constante.
- **Elementos de trabajo que se encuentran en el lugar incorrecto:**
Este tipo de objetos serán rotulados con una tarjeta de color naranja (*orange tag*) aquí se encuentran los objetos que no son solicitados por la estación de trabajo actual, pero si son requeridos en otras áreas, y deberán buscar una nueva reubicación.
- **Elementos innecesarios**
Este tipo de objetos serán rotulados con una tarjeta de color rojo (*red tag*) que pueden ser requeridos o no requeridos en el área, sin embargo, no se puede aprovechar su uso.

b) IMPLEMENTACIÓN DE SEITON

En esta etapa el objetivo consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolos para facilitar la búsqueda y el retorno a su posición inicial.

En la tabla 18 se muestra la nueva disposición de los objetos sería lo siguiente:

Tabla 18 Tabla de Clasificación de elementos

N	Objeto	Tipo	Cantidad de uso por mes	¿Es necesario en la zona?	¿Es necesario en otra zona?	¿es de uso constante?	Color de Tarjeta	Decisión final	Zona propuesta	Nueva ubicación
1	Aceites de cambio	Insumo	400	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Recipiente
2	Barra de izaje tipo A	Herramienta	50	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Estante de barra
3	Barra de izaje tipo B	Herramienta	50	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Estante de barra
4	Bobinas de laminado de papel	Insumo	1,500	NO	SI	SI	Naranja	Trasladar	Almacén de insumos	Paleta
5	Bolsas de basura	Objeto de limpieza	300	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Repisa
6	Botiquín de emergencia	Objeto de seguridad	10	SI	NO	NO	Amarillo	Organizar	Zona actual	Repisa
7	Cascos de seguridad de los operadores	EPP	1,500	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Barra con perchero en la pared
8	Celulares y aparatos tecnológicos defectuosos	Tecnología	0	SI	NO	NO	Rojo	Repararlo	Zona actual	Mesa
9	Compresoras de aire	Herramienta	30	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Repisa
10	Cuchilla tipo A	Herramienta	40	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Caja de herramientas
11	Cuchilla tipo B	Herramienta	40	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Caja de herramientas
12	Cuchillas defectuosas	Herramienta	0	SI	NO	NO	Rojo	Descartarlo	-	Deshecho
13	Cuchillas óptimas	Herramienta	300	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Caja de herramientas
14	Engranaje tipo A	Herramienta	900	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Caja de herramientas
15	Engranaje tipo B	Herramienta	900	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Caja de herramientas
16	EPPs desgastados	EPP	0	SI	NO	NO	Rojo	Descartarlo	-	Deshecho
17	Escoba	Objeto de limpieza	20	SI	NO	NO	Amarillo	Organizar	Zona actual	Zona delimitada
18	Estocas transportadoras	Herramienta	300	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Caja de herramientas
19	Etiquetas de bobinas	Insumo	360	NO	SI	SI	Naranja	Trasladar	Almacén de insumos	Paleta
20	Gomas para pegado	Insumo	300	NO	SI	SI	Naranja	Trasladar	Almacén de insumos	Rack
21	Guías transportadoras	Herramienta	1,200	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Caja de herramientas
22	Instructivos de máquina	Instructivo	20	SI	NO	NO	Amarillo	Organizar	Zona actual	Mesa
23	Llave de la puerta de seguridad	Herramienta	60	NO	SI	SI	Naranja	Trasladar	Caseta de Seguridad	Caja de llaves
24	Llave Lenox A	Herramienta	900	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Caja de herramientas
25	Llave Lenox B	Herramienta	900	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Caja de herramientas
26	Material defectuoso	Desperdicio	0	NO	NO	NO	Rojo	Descartarlo	-	Deshecho
27	Paletas	Herramienta	1,500	NO	SI	SI	Naranja	Trasladar	Almacén de insumos	Zona delimitada
28	Productos terminados en paletas	Producto terminado	3,000	NO	SI	SI	Naranja	Trasladar	Almacén de inproducto terminado	Paleta
29	Recipiente de mermas	Objeto de limpieza	300	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Zona delimitada
30	Saldos de bobinas de papel	Desperdicio	600	NO	SI	SI	Naranja	Trasladar	Almacén de insumos	Paleta
31	Separadores de productos	Herramienta	1,500	NO	SI	SI	Naranja	Trasladar	Máquina de Bolsa de pan	Zona delimitada
32	Tachos de residuos	Objeto de limpieza	3,000	SI	NO	SI	Verde	Organizar	Zona actual	Zona delimitada
33	Tintas de máquina impresora	Insumo	800	NO	SI	SI	Naranja	Trasladar	Almacén de insumos	Rack
34	Tucos de bobinas	Insumo	1,000	NO	SI	SI	Naranja	Trasladar	Almacén de insumos	Paleta

En la Ilustración 30 se muestra la ubicación física de los objetos encontrados, que se encuentran mencionados en la columna “Nueva ubicación” de la tabla 18.

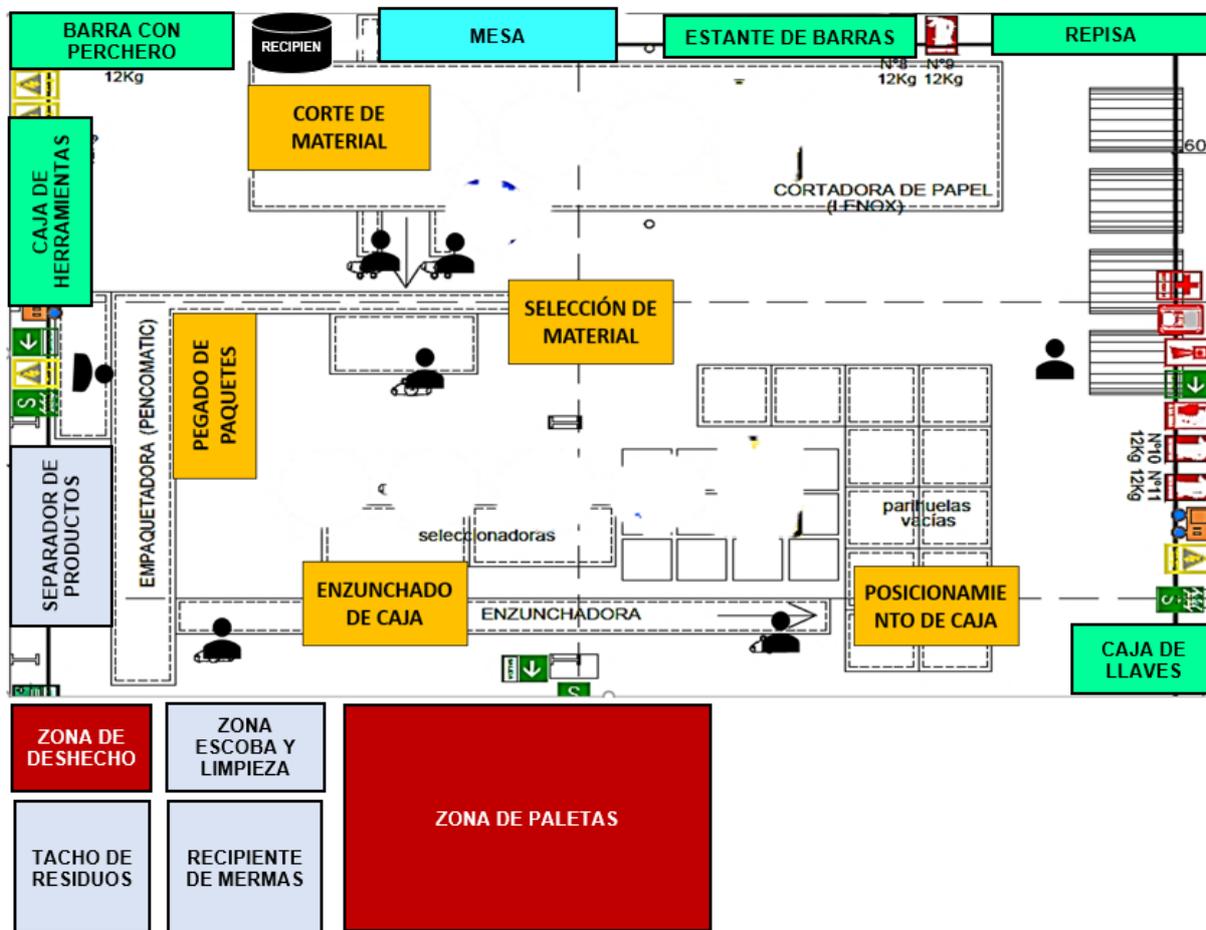


Ilustración 30 Nueva ubicación de zonas delimitadas

c) IMPLEMENTACIÓN DE SEISO

En la compañía no existe un plan de aseo por parte de las personas del sector operativo de planta debido a que no disponen de tiempo en ejecutar el aseo de su área de trabajo, de tal manera se sugiere efectuar un programa de limpieza al inicio del turno de trabajo y al final de este. El horario asignado a los operadores es de 7 am a 3:45 pm, se plantea la utilización de 20 minutos, 10 minutos al comenzar y 10 minutos al finalizar el horario laboral, con el objetivo corregir a tiempo cualquier defecto o detectar alguna anomalía; por ejemplo, tornillos sin apretar, cables sueltos, desperdicios de materia prima, etc.

En la tabla 19 se muestra el *check list* a utilizar en el área

Tabla 19 Check list de Orden y Limpieza

CHECK LIST DE ORDEN Y LIMPIEZA					
Turno					
Máquina		SI	A MEDIAS	NO	NO PROCEDE
1	ÁREA DE TRABAJO				
1.1	Los escalones se encuentran aseados, en perfecta condición y sin obstáculos				
1.2	Las murallas están aseadas y en perfecta condición				
1.3	El mecanismo de alumbrado se mantiene de manera eficaz y adecuada.				
1.4	Las señaléticas de seguridad-protección están a la vista y debidamente espaciadas				
1.5	La señalética de seguridad está posicionada, notable a la vista y asequibles.				
2	SUELOS Y PASILLOS				
2.1	Los pisos están aseados, sin humedad, residuos de material				
2.2	Los carriles para personal y vehículos están separados y con señalización				
2.3	Los corredores, áreas de tránsito y rutas de escape son libres de obstaculización.				
2.4	Las estocas se encuentran estacionados en los lugares designados para los elementos mencionados				
3	ALMACENAJE				
3.1	El almacenamiento y los lugares designados de eliminación de material están debidamente marcados.				
3.2	El material y sustancia que están almacenadas están rotulados y con identificación				
3.3	Los objetos se apilan en su lugar sin invadir los pasillos u otras áreas				
3.4	Los materiales se organizan y son cargados de forma asegurada, aseada y organizada				
4	MAQUINARIA Y EQUIPOS				
4.1	La maquinaria está limpia y son libres de materiales innecesarios				

4.2	La maquinaria está libre de fuga de aceite, lubricantes y grasas				
4.3	El equipo está equipado con la protección adecuada y el equipo de seguridad necesario.				
5	HERRAMIENTAS				
5.1	Las herramientas se encuentran guardadas en cajas o estantes adecuadamente rotulados				
5.2	Las herramientas están libres de grasa y lubricante				
5.3	Las maquinarias automatizadas poseen su cableado y conexión en perfectas condiciones.				
5.4	El uso de las herramientas permite condiciones sin ningún riesgo para el trabajador				
6	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL EPPs				
6.1	Están etiquetados o rotulados para distinguir a cada usuario				
6.2	Se conservan en un lugar específico para el uso del trabajador				
6.3	Se encuentran aseados y en perfecta condición				
6.4	Cuando son no reutilizables, se deposita en el contenedor adecuado para que SSOMA decida su destino final				
7	RESIDUOS GENERALES				
7.1	Los recipientes están posicionados cercanos a los puestos				
7.2	Identificación clara de recipientes de desperdicios específicos				
7.5	Se evita sobrellenar el recipiente				
7.6	El área alrededor del contenedor de desechos está aseada.				
7.7	Las herramientas de limpieza están disponibles para el personal de higiene.				

En la tabla 20 se muestra la programación de la limpieza, frecuencia, responsables, etc. Es por ello se implantará esta programación que se entregará de manera semanal.

d) IMPLEMENTACIÓN DE SEIKETSU

La etapa de SEIKETSU posibilita profundizar los objetivos después de la aplicación de las tres iniciales “S”, ya que reglamentar lo alcanzado garantiza repercusión permanente. Tal cual se sugirió en la implementación de la tercera S (Seiso), los operadores se tomarán 10 minutos al comienzo del turno de trabajo con el objetivo de limpiar, ordenar y validar el estado de su estación de trabajo. De la misma forma, se tomarán 10 minutos antes de finalizar su turno de trabajo.

Las actividades que deberán cumplir los operadores son:

- Uso imperativo de “Equipos de protección personal” (EPP): Casco de protección, zapatos protectores con “punta de acero”, guantes, protector de oídos, uniforme de la empresa.
- Entrenar y capacitar al trabajador en cuanto a normas y nuevos procedimientos de trabajo para mejorar el flujo de las operaciones.
- Establecer estándares que sirvan como referente del acatamiento de las reglas y auditorias.
- Evidenciar las condiciones actuales y anteriores.

e) IMPLEMENTACIÓN DE SHITSUKE

El objetivo es adquirir el hábito de utilizar métodos estandarizado. Su implementación está vinculada al progreso de una mentalidad de auto disciplina para permitir la capacidad de adaptación en los proyectos 5S.

- Siga los estándares y códigos establecidos para mantener las áreas de trabajo limpias y establecidas.
- Los trabajadores controlan sus propias actividades.
- Promover en los trabajadores el hábito de saber en qué medida se respetan las normas y estándares y qué se debe cumplir.
- Mejora la autoestima de los trabajadores y el respeto por los demás.
- Fomentar una mentalidad de concientización, consideración y preocupación por los capitales de la empresa.
- Clima laboral agradable.
- Los empleados están comprometidos con los objetivos de la organización.
- Incrementar los niveles de calidad, resultando en una mayor satisfacción del cliente.

4.1.3 CONTROL DE ACTIVIDADES

Esta sección consiste en el desarrollo de actividades para verificar y medir los rendimientos luego de la ejecución, así como el desempeño de los operadores y las comparaciones entre los objetivos

planificados y las actividades a realizar actualmente. Este programa será implementado por la comisión de 5 S con el soporte de la alta dirección.

EVALUAR

El procedimiento de valoraciones realizado por el Comité General de 5S y con la participación de los gerentes.

Observaciones e inspecciones: Se realizan inspección visual que se ejecutan al transitar de manera frecuente por las áreas de trabajo, con una rutina diaria. Esta actividad se desarrollará por parte los operadores de producción y los supervisores de área.

Auditorías internas: Se realizan auditorías intrínsecamente de todos los espacios de la compañía para evaluar el acatamiento de cada actividad. Esta actividad se realizará por parte del personal de la empresa.

Auditorías externas: A continuación, se contará con la asesoría de una entidad exterior que evalúe las acciones 5 S realizadas.

4.2 APLICACIÓN DE SMED

La adopción de la metodología SMED será dirigida al procedimiento de *set-up* de cada una de las etapas de los procedimientos en máquina: **Cambio de material** y **Cambio de cuchilla**. Este proceso es una de las principales causas de inactividad de la máquina que corta el papel fotocopia por lo que la opción de investigación y mejora debe ser atacada en el marco de este estudio.

OBJETIVO

Aplicar la herramienta SMED en la familia de papel fotocopia que reduzca el tiempo de cambio de material (materia prima) y cambio de cuchilla.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Catalogar y evaluar las operaciones interiores y exteriores
- Plantear e efectuar procedimientos conducentes a disminuir el tiempo de cambio.

4.2.1 SMED CAMBIO DE MATERIAL

Se realizará el análisis para poder aplicar y ejecutar SMED en el proceso de Cambio de Material, preparación, separación de actividades internas de externas y desarrollo de la propuesta.

a) Preparación para el SMED

Se debe identificar las causas que permiten del tiempo de preparación de cambio de material (materia prima: bobinas de papel fotocopia):

Como se descripción en el inciso 4.1.1 la situación existente de la planta, los instrumentos y las herramientas no se hallan disponibles para empezar el procedimiento de cambio de material, y minimizar la cantidad de tiempo de rastreo de instrumentos y traslado del material es fundamental.

El proceso de *set up* se lleva a cabo al comienzo del horario de trabajo y al inicio de cada cambio de carga de bobina, son 4 bobinas en total.

Esta actividad toma aproximadamente 45 minutos en realizarse y cuenta con 34 actividades precisas en la Tabla 21, con sus tiempos en segundos y en minutos, las cuales siguen la ruta de proceso como se observa en la Ilustración 31, donde 4 operadores realizan esta tarea.

Tabla 21 Actividades y tiempos en segundos y minutos de los cambios de set up de "Cambio de Material"

N	Actividad	Tiempo (s)	Tiempo (min)
1	Búsqueda de EPP s	200.00	3.33
2	Búsqueda de herramientas	500.00	8.33
3	Insertar las bobinas a la corredera	300.00	5.00
4	Validar la calidad de la bobina	200.00	3.33
5	Abrir la bobina	60.00	1.00
6	Desaflojar tornillos	160.00	2.67
7	Trasladar bobinas	40.00	0.67
8	Retirar la parte exterior de la bobina	180.00	3.00
9	Retirar la barra 1	30.00	0.50
10	Retirar la barra 2	30.00	0.50
11	Retirar la barra 3	30.00	0.50
12	Retirar la barra 4	30.00	0.50
13	Limpieza de residuos de barra 1	15.00	0.25
14	Limpieza de residuos de barra 2	15.00	0.25
15	Limpieza de residuos de barra 3	15.00	0.25
16	Limpieza de residuos de barra 4	15.00	0.25
17	Posicionar la barra 1	45.00	0.75
18	Posicionar la barra 2	45.00	0.75
19	Posicionar la barra 3	45.00	0.75
20	Posicionar la barra 4	45.00	0.75
21	Prender la grúa centradora	400.00	6.67
22	Dirigir la grúa hacia la bobina 1	30.00	0.50
23	Trasladar la bobina 1	20.00	0.33
24	Ajustar la bobina 1	15.00	0.25
25	Dirigir la grúa hacia la bobina 2	30.00	0.50
26	Trasladar la bobina 2	20.00	0.33
27	Ajustar la bobina 2	15.00	0.25
28	Dirigir la grúa hacia la bobina 3	30.00	0.50
29	Trasladar la bobina 3	20.00	0.33
30	Ajustar la bobina 3	15.00	0.25
31	Dirigir la grúa hacia la bobina 4	30.00	0.50
32	Trasladar la bobina 4	20.00	0.33

33	Ajustar la bobina 4	15.00	0.25
34	Limpieza del área	80.00	1.33
		2,740.00	45.67

En la Ilustración 31 se describe el “Diagrama de recorrido del cambio de material” con las actividades indicadas en la tabla 21, estas actividades están representadas con los números.

Como se observa existen tramos muy largos entre cada actividad, así como muchos cruces entre cada uno de las actividades.

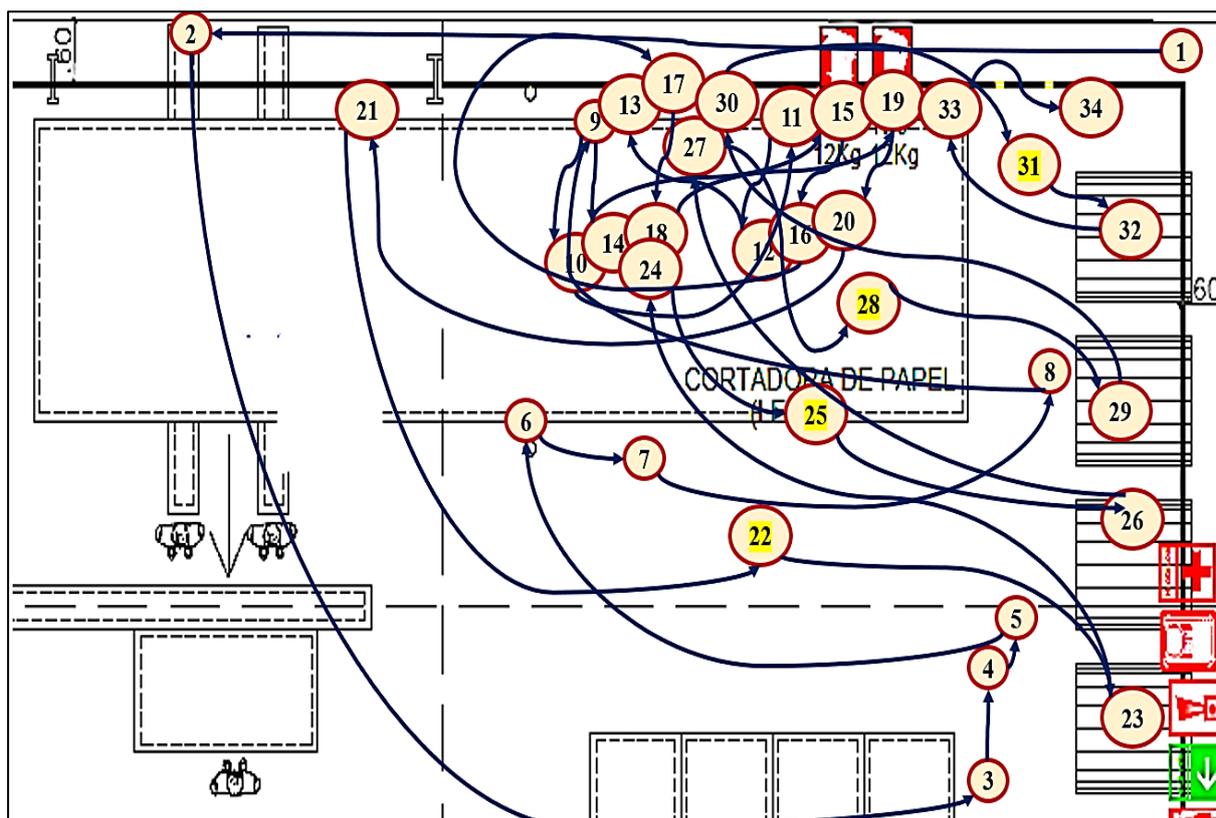


Ilustración 31 Diagrama de recorrido del "Cambio de material"

b) Separación de los procedimientos de preparación internos de los externos:

Es preciso poder determinar e identificar aquellas actividades que son “internas y externas”:

- **Actividades internas:** Son aquellos procedimientos concernientes al “cambio de material” que sólo se pueden ejecutar con maquinaria desconectado y paralizada.
- **Actividades externas:** son procedimientos concernientes al “cambio de material” que sólo se pueden ejecutar con la maquinaria encendida o en operación.

En la tabla 22 se detalla la división de lista de actividades internas y externas en las cuales se muestran cómo se están desarrollando.

En el método actual, todas las actividades son consideradas internas, porque son realizadas mientras la máquina está parada.

En el método propuesto se observa que existen actividades que se consideraban internas y se pueden realizar mientras la máquina está apagada, es decir convertirlas en actividades externas. Asimismo, se muestran actividades que serán **eliminadas**.

En la tabla 22 se consigue señalar que de las 34 acciones analizadas en el proceso de *set-up* de “cambio de material”, 6 de estas permite ser transformadas en actividades externas y 3 de ellas permite ser suprimidas; de esta manera, en cálculos de tiempo, se obtiene un “ahorro” del 44.5%. Es decir, los 20.33 minutos ahorrados genera un ahorro de tiempo en el proceso de fabricación.

Tabla 22 División de actividades internas, externas y eliminadas. Método actual vs Método propuesto

N	Actividad	Tiempo (s)	Tiempo (min)	Método Actual		Método Propuesto		
				Actividad Interna	Actividad Externa	Actividad Interna	Actividad Externa	Actividad Eliminada
1	Búsqueda de EPPs	200.00	3.33	X				X
2	Búsqueda de herramientas	500.00	8.33	X				X
3	Insertar las bobinas a la corredera	300.00	5.00	X		X		
4	Validar la calidad de la bobina	200.00	3.33	X			X	
5	Abrir la bobina	60.00	1.00	X		X		
6	Desaflojar tornillos	160.00	2.67	X		X		
7	Trasladar bobinas	40.00	0.67	X		X		
8	Retirar la parte exterior de la bobina	180.00	3.00	X			X	
9	Retirar la barra 1	30.00	0.50	X		X		
10	Retirar la barra 2	30.00	0.50	X		X		
11	Retirar la barra 3	30.00	0.50	X		X		
12	Retirar la barra 4	30.00	0.50	X		X		
13	Limpieza de residuos de barra 1	15.00	0.25	X			X	
14	Limpieza de residuos de barra 2	15.00	0.25	X			X	
15	Limpieza de residuos de barra 3	15.00	0.25	X			X	
16	Limpieza de residuos de barra 4	15.00	0.25	X			X	
17	Posicionar la barra 1	45.00	0.75	X		X		
18	Posicionar la barra 2	45.00	0.75	X		X		
19	Posicionar la barra 3	45.00	0.75	X		X		
20	Posicionar la barra 4	45.00	0.75	X		X		
21	Prender la grúa centradora	400.00	6.67	X		X		
22	Dirigir la grúa hacia la bobina 1	30.00	0.50	X		X		
23	Trasladar la bobina 1	20.00	0.33	X		X		
24	Ajustar la bobina 1	15.00	0.25	X		X		
25	Dirigir la grúa hacia la bobina 2	30.00	0.50	X		X		
26	Trasladar la bobina 2	20.00	0.33	X		X		
27	Ajustar la bobina 2	15.00	0.25	X		X		
28	Dirigir la grúa hacia la bobina 3	30.00	0.50	X		X		
29	Trasladar la bobina 3	20.00	0.33	X		X		
30	Ajustar la bobina 3	15.00	0.25	X		X		
31	Dirigir la grúa hacia la bobina 4	30.00	0.50	X		X		
32	Trasladar la bobina 4	20.00	0.33	X		X		
33	Ajustar la bobina 4	15.00	0.25	X		X		
34	Limpieza del área	80.00	1.33	X				X
		2,740.00	45.67	45.67	0.00	25.33	7.33	13.00

En la Ilustración 32 se observa comparativamente la “situación actual” vs la “situación propuesta”, donde se observa un ahorro significativo en el tiempo empleado.

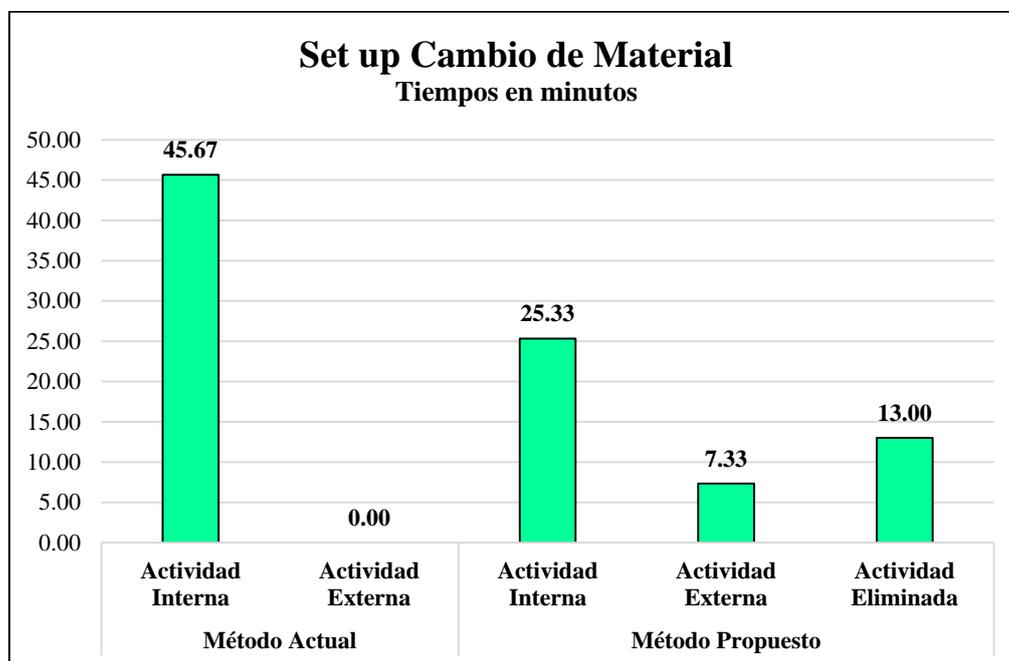


Ilustración 32 Set up Cambio de Material Tiempos en minutos

ACTIVIDADES EXTERNAS:

- **Validar la calidad de la bobina:** Este procedimiento se realizará antes del proceso de cambio de carga, mientras la máquina esté operativa. Se realizará abriendo la bobina, verificar su ancho, estado de recepción, si presenta algún golpe o daño que afecte el proceso de producción.
- **Retirar la parte exterior de la bobina:** Retirar completamente todas las cubiertas de la bobina y también retirar los pliegos iniciales 1 cm de profundidad, debido a que se presentan daos superficiales.
- **Limpieza de residuos de barra 1,2,3 y 4:** Los extremos de las barras están continuamente sucias o engrasadas con aceite, es por ello que en algunas ocasiones ensucia el material. Este proceso de limpiado se realiza cuando la máquina se encuentra parada, sin embargo, el área puede ser limpiada antes de que lleguen a ensuciar las barras.

ACTIVIDADES ELIMINADAS:

- **Búsqueda de EPPs:** La búsqueda de EPPs es una actividad muy rutinaria ya que el personal operativo no cuenta con un lugar destinado para ellos.
- **Búsqueda de herramientas:** La búsqueda de herramientas de máquina es una actividad muy rutinaria ya que a pesar de que cuenta con un lugar destinado para ellos, no es utilizado

correctamente. Deberán tener sus herramientas previamente listas en la caja de herramientas con el objetivo de prescindir de los movimientos redundantes por exploración de instrumentales.

- **Limpieza del área:** El área se limpia al final de realizar el set up de cambio de material, sin embargo, este puede realizarse antes debido a que continuamente existe material de merma.

c) **Desarrollo de la propuesta:**

En conclusión, a partir de lo planteado, se logra el procedimiento de preparación de cambio de material sugerido como se precisa en el diagrama de recorrido de la Ilustración 33, donde se muestra el nuevo diagrama simplificado.

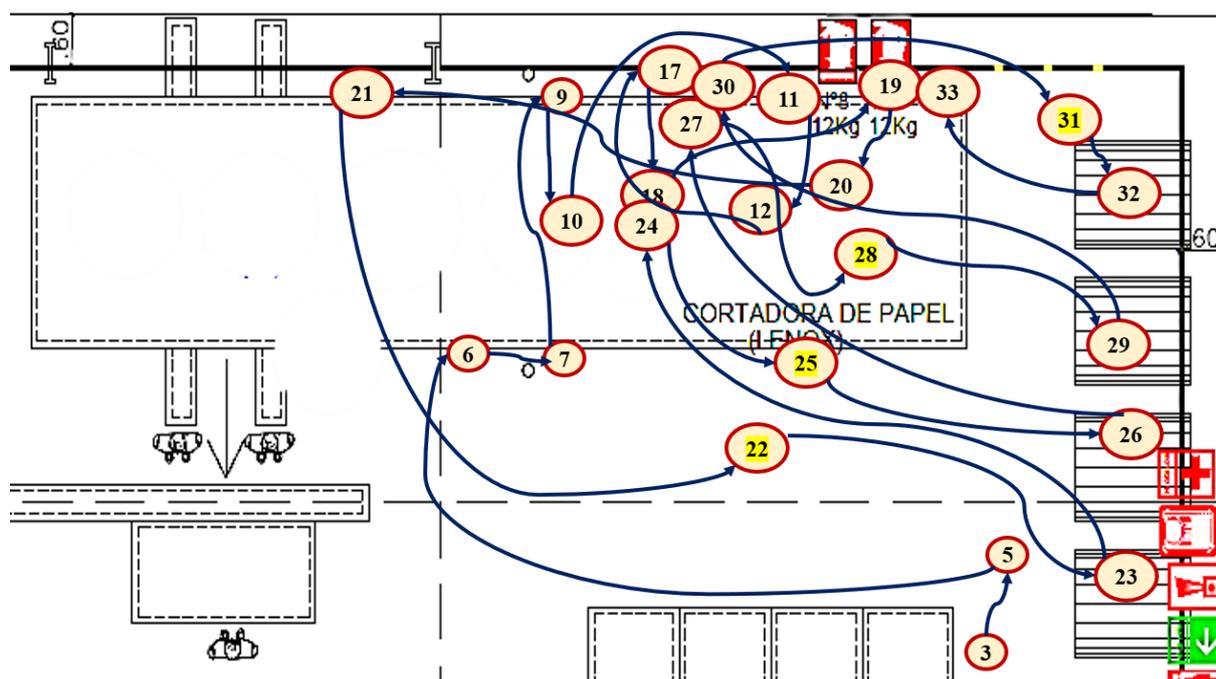


Ilustración 33 Diagrama de recorrido del método propuesto "Cambio de material"

4.2.2 SMED CAMBIO DE CUCHILLA

Se realizará el análisis para poder aplicar y ejecutar SMED en el proceso de Cambio de Cuchilla, preparación, separación de actividades internas de externas y desarrollo de la propuesta.

a) **Preparación para el SMED**

Se debe identificar las causas que permiten del tiempo de preparación de cambio de cuchilla.

Como se descripción en el inciso 4.1.1 la situación existente de la planta, las piezas y herramientas de cambio de cuchilla no se encuentran listas para iniciar el proceso.

El proceso de set up se realizan después de 240 horas de uso de máquina en promedio, sin embargo, este dato es variable.

Esta actividad toma aproximadamente 124 minutos en realizarse y se realizan 34 actividades precisas en la Tabla 23, con sus tiempos en segundos y en minutos, las cuales siguen la ruta de proceso como se observa en la Ilustración 34, donde 1 operador realiza esta tarea.

Tabla 23 Actividades y tiempos en segundos y minutos de los cambios de set up de "Cambio de Cuchilla"

N	Actividad	Tiempo (s)	Tiempo (min)
1	Búsqueda de EPPs	120.00	2.00
2	Búsqueda de herramientas	180.00	3.00
3	Retirar boquilla	60.00	1.00
4	Desaflojar tuercas	240.00	4.00
5	Retirar la parte exterior de la cubierta	180.00	3.00
6	Asegurar tornillos	15.00	0.25
7	Centrar la cuchilla A	80.00	1.33
8	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50
9	Posicionar cuchilla A	120.00	2.00
10	Ajustar cuchilla A	600.00	10.00
11	Centrar la cuchilla B	80.00	1.33
12	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50
13	Posicionar cuchilla B	120.00	2.00
14	Ajustar cuchilla B	600.00	10.00
15	Centrar la cuchilla C	80.00	1.33
16	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50
17	Posicionar cuchilla C	120.00	2.00
18	Ajustar cuchilla C	600.00	10.00
19	Centrar la cuchilla D	80.00	1.33
20	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50
21	Posicionar cuchilla D	120.00	2.00
22	Ajustar cuchilla D	600.00	10.00
23	Centrar la cuchilla E	80.00	1.33
24	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50
25	Posicionar cuchilla E	120.00	2.00
26	Ajustar cuchilla E	600.00	10.00
27	Centrar la cuchilla G	80.00	1.33
28	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50
29	Posicionar cuchilla G	120.00	2.00
30	Ajustar cuchilla G	600.00	10.00
31	Centrar la cuchilla H	80.00	1.33
32	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50
33	Posicionar cuchilla H	120.00	2.00
34	Ajustar cuchilla H	600.00	10.00
		7,445.00	124.08

En la Ilustración 34 se detalla el "Diagrama de recorrido del cambio de cuchilla" con las actividades indicadas en la tabla 23, estas actividades están representadas con los números.

Como se observa existen muchas búsquedas entre cada actividad, y algunos cruces entre cada uno de las actividades.

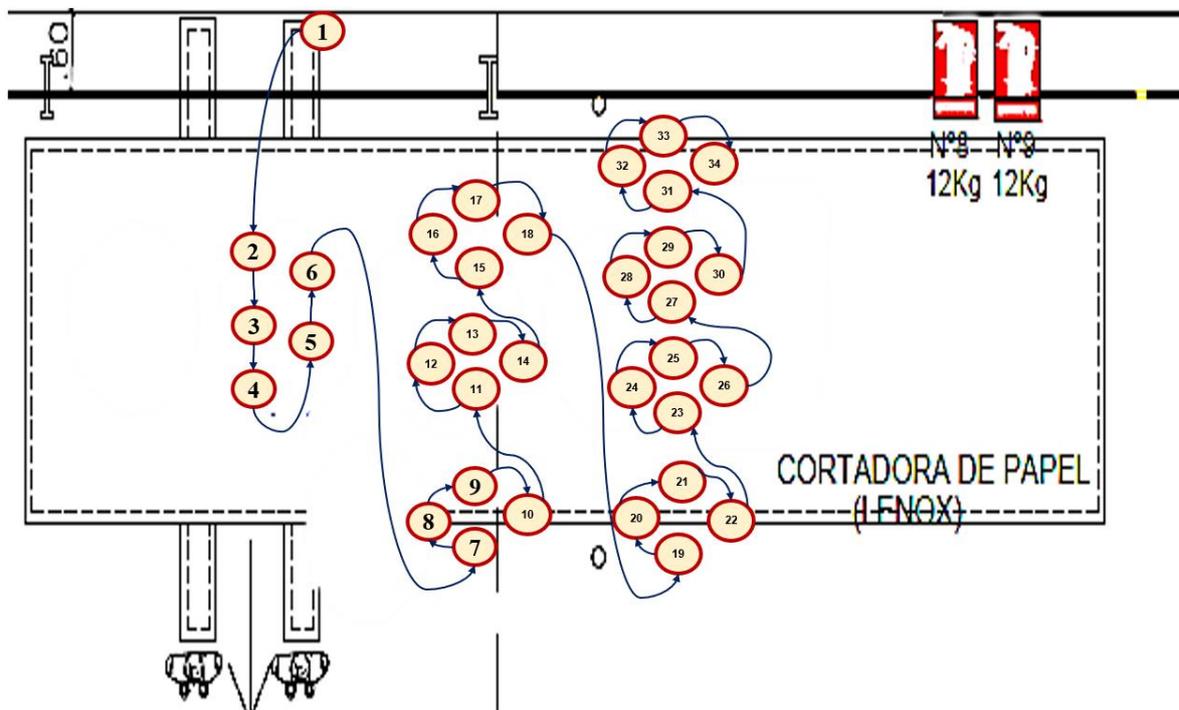


Ilustración 34 Diagrama de recorrido del "Cambio de cuchilla"

b) Separación de los procedimientos de preparación internos de los externos:

En la tabla 24 se detalla la división de lista de actividades internas y externas en las cuales se muestran cómo se están desarrollando.

En el método actual, todas las actividades son consideradas internas, porque son realizadas mientras la máquina está parada.

En la tabla 24 se consigue señalar que de las 34 actividades analizadas para el proceso de *set-up* de "cambio de cuchilla", 2 de estas permite ser transformadas en actividades externas y 9 de ellas permite ser suprimidas; de esta manera, en cálculos de tiempo, se obtiene un "ahorro" del 22.2%. Es decir, los 27.5 minutos ahorrados genera un ahorro de tiempo en el procedimiento de fabricación.

Tabla 24 División de actividades internas, externas y eliminadas. Método actual vs Método propuesto

N	Actividad	Tiempo (s)	Tiempo (min)	Método Actual		Método Propuesto		
				Actividad Interna	Actividad Externa	Actividad Interna	Actividad Externa	Actividad Eliminada
1	Búsqueda de EPPs	120.00	2.00	X				X
2	Búsqueda de herramientas	180.00	3.00	X				X
3	Retirar boquilla	60.00	1.00	X			X	
4	Desaflojar tuercas	240.00	4.00	X			X	
5	Retirar la parte exterior de la cubierta	180.00	3.00	X		X		
6	Asegurar tornillos	15.00	0.25	X		X		
7	Centrar la cuchilla A	80.00	1.33	X		X		
8	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50	X				X
9	Posicionar cuchilla A	120.00	2.00	X		X		
10	Ajustar cuchilla A	600.00	10.00	X		X		
11	Centrar la cuchilla B	80.00	1.33	X		X		
12	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50	X				X
13	Posicionar cuchilla B	120.00	2.00	X		X		
14	Ajustar cuchilla B	600.00	10.00	X		X		
15	Centrar la cuchilla C	80.00	1.33	X		X		
16	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50	X				X
17	Posicionar cuchilla C	120.00	2.00	X		X		
18	Ajustar cuchilla C	600.00	10.00	X		X		
19	Centrar la cuchilla D	80.00	1.33	X		X		
20	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50	X				X
21	Posicionar cuchilla D	120.00	2.00	X		X		
22	Ajustar cuchilla D	600.00	10.00	X		X		
23	Centrar la cuchilla E	80.00	1.33	X		X		
24	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50	X				X
25	Posicionar cuchilla E	120.00	2.00	X		X		
26	Ajustar cuchilla E	600.00	10.00	X		X		
27	Centrar la cuchilla G	80.00	1.33	X		X		
28	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50	X				X
29	Posicionar cuchilla G	120.00	2.00	X		X		
30	Ajustar cuchilla G	600.00	10.00	X		X		
31	Centrar la cuchilla H	80.00	1.33	X		X		
32	Búsqueda de herramientas	150.00	2.50	X				X
33	Posicionar cuchilla H	120.00	2.00	X		X		
34	Ajustar cuchilla H	600.00	10.00	X		X		
		7,445.00	124.08	124.08	0.00	96.58	5.00	22.50

En la Ilustración 35 se observa el comparativamente la “situación actual” vs la “situación propuesta”, donde se observa un ahorro significativo en el tiempo empleado.

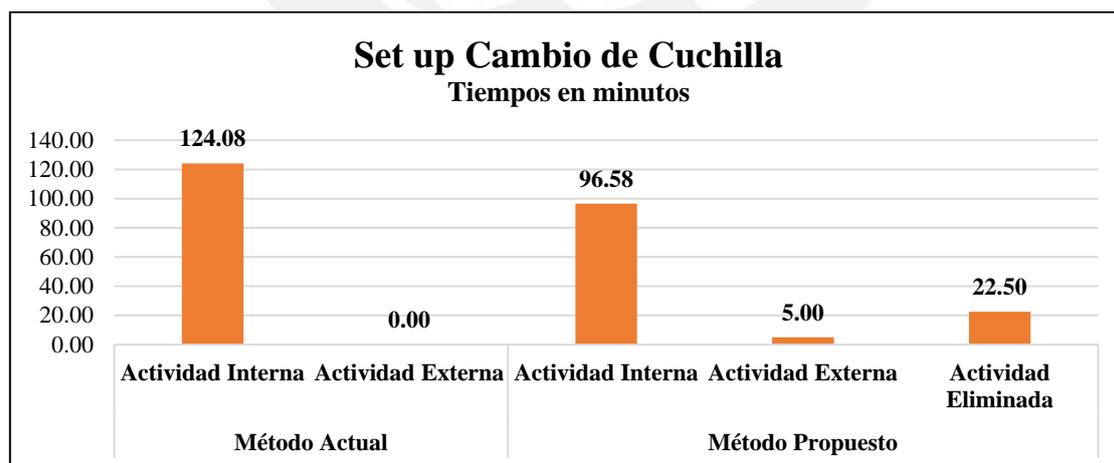


Ilustración 35 Set up Cambio de Cuchilla Tiempos en minutos

ACTIVIDADES EXTERNAS:

- **Retirar boquilla:** La boquilla de almacenaje puede ser retirada previamente al desarrollo de las operaciones, esto minimizaría el tiempo de cambio de cuchilla.

- **Desaflojar tuercas:** Las tuercas, aunque pertenecen a la máquina fotocopia, su separación en la zona determinada no impide que la máquina continúe funcionando, debido a que es un mecanismo independiente.

ACTIVIDADES ELIMINADAS:

- **Búsqueda de EPPs;** La búsqueda de EPPs es una actividad muy rutinaria ya que el personal operativo no cuenta con un lugar destinado para ellos. Esta actividad se repite 7 veces ya que son 7 cuchillas las que se deben de cambiar.
- **Búsqueda de herramientas:** Se utilizará un cinturón porta herramientas donde se tienen las herramientas necesarias a la mano, similar a la Ilustración 36.



Ilustración 36 Cinturón porta herramientas

c) Desarrollo de la propuesta:

Posteriormente, luego de lo presentado, se obtiene el proceso de preparación de cambio de material planteado como se detalla en el diagrama de recorrido de la Ilustración 37, donde se observa el nuevo diagrama simplificado.

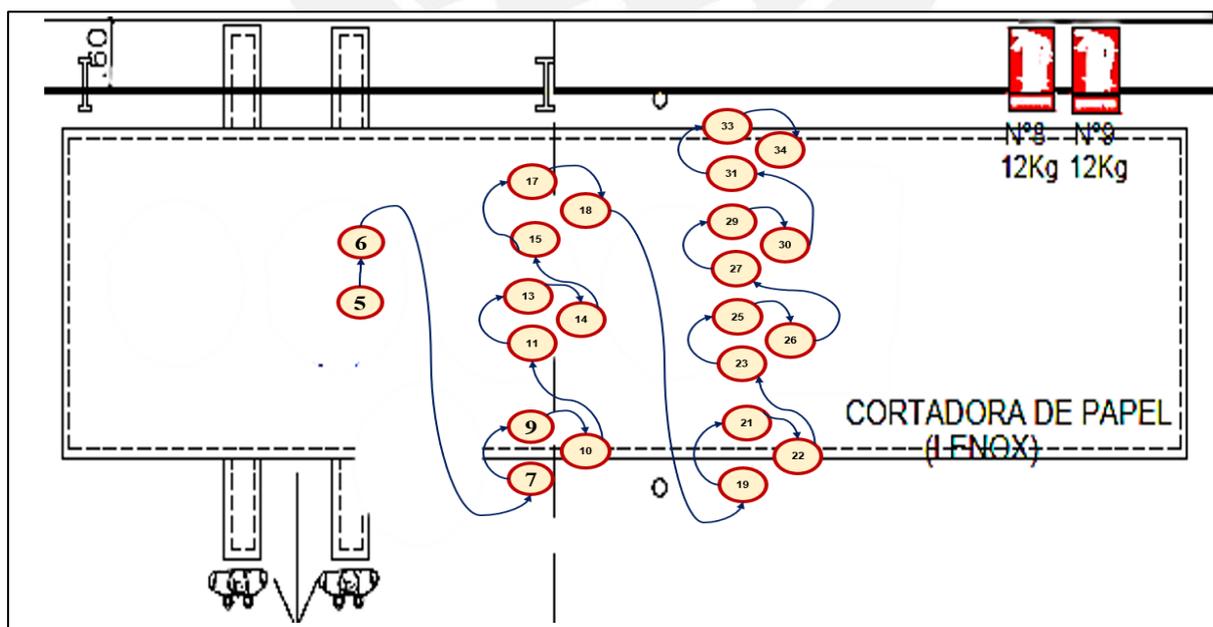


Ilustración 37 Diagrama de recorrido del método propuesto "Cambio de cuchilla"

4.3 APLICACIÓN BALANCE DE LINEA ANTES Y DESPUES DE LA MEJORA

En el siguiente apartado se realizará el análisis del balance de la situación existente de la línea de producción del papel fotocopia y se realizará un comparativo con las propuestas señaladas, con el objetivo de aumentar la capacidad de la línea tomando como referencia el “cuello de botella”.

4.3.1 BALANCE DE LÍNEA DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En el siguiente apartado se muestra el balance de línea del contexto presente, esto se ha realizado con los datos del VSM del inciso 3.2.2. En la tabla 25 se observa que el “cuello de botella” es la estación de trabajo “Corte de bobinas”, en la cual se propusieron las mejoras aplicadas en los incisos 4.1, 4.2 y 4.3.

Tabla 25 Balance de línea de la situación actual

Operación	T Estimado por pieza (min)	P	M	HA	U	E	CO = PxMxHxUxE	FC	COxFC	Demanda mensual	Número de máquinas	Número posible de máquinas asignadas
		Capacidad de producción de la maquinaria	Nº de máquinas	Horas mensuales	Factor utilización	Factor eficiencia	Capacidad de producción en unidades según balance de materia	Factor de conversión	Capacidad de producción en unidades de PT (Millares)			
		(millares/hora)	s	s	n							
Corte de bobinas	0.119	252.10	1	480	1.000	0.95	114,957.98	1.11	127,603	254,135	1.99	2.00
Selección de material	0.049	612.24	1	480	0.850	0.95	237,306.12	1.11	263,410	254,135	0.96	1.00
Pegado de empaques	0.048	625.00	1	480	0.850	0.95	242,250.00	1.11	268,898	254,135	0.95	1.00
Encajado de paquetes	0.081	370.37	1	480	0.850	0.95	143,555.56	1.11	159,347	254,135	1.59	2.00
Enzunchado de caja	0.045	666.67	1	480	0.850	0.95	258,400.00	1.11	286,824	254,135	0.89	1.00

Se puede observar según la tabla 25 que el cuello de botella es el Corte de bobina y se necesitarían 2 máquinas para poder cumplir la demanda.

4.3.2 BALANCE DE LÍNEA SITUACIÓN PROPUESTA

Según las mejoras propuestas se tiene los siguientes tiempos estimados debido a las mejoras de 5S y SMED que se desarrollaron en el área de “Corte de material-Bobinas”. En la tabla 26 se observa los tiempos estimados reducidos por las mejoras establecidas en los incisos 4.1 y 4.2.

Tabla 26 Tiempos reducidos por las mejoras propuestas

Tiempo estimado por pieza (min) de la situación inicial	0.119 min
Tiempo estimado por pieza (min) luego de aplicar 5S	0.0833 min
Tiempo estimado por pieza (min) luego de aplicar SMED	0.060 min

Es por ello que en la tabla 27 se observa el nuevo “Balance de línea” con las mejoras propuestas:

Tabla 27 Balance de línea de la situación propuesta

Operación	T Estimado por pieza (min)	P	M	HA	U	E	CO = PxMxHxUxE	FC	COxFC			
		Capacidad de producción de la maquinaria	N° de máquinas	Horas mensuales	Factor utilización	Factor eficiencia	Capacidad de producción en unidades según balance de materia	Factor de conversión	Capacidad de producción en unidades de PT (Millares)	Demanda mensual	Número de máquinas	Número posible de máquinas
		(millares/hora)	s	s	n				(Millares)			
Corte de bobinas	0.060	504.20	1	480	1.000	0.95	229,915.97	1.11	255,207	254,135	1.00	1.00
Selección de material	0.049	612.24	1	480	0.850	0.95	237,306.12	1.11	263,410	254,135	0.96	1.00
Pegado de empaques	0.048	625.00	1	480	0.850	0.95	242,250.00	1.11	268,898	254,135	0.95	1.00
Encajado de paquetes	0.081	370.37	1	480	0.850	0.95	143,555.56	1.11	159,347	254,135	1.59	2.00
Enzunchado de caja	0.045	666.67	1	480	0.850	0.95	258,400.00	1.11	286,824	254,135	0.89	1.00

En la tabla 27 se muestra que la cantidad de tiempo estándar estimado de “corte de bobinas” disminuye de 0.119 a 0.060 minutos, luego de las 2 mejoras aplicadas. Se puede observar que ahora se necesitaría “1 sola máquina” en esta estación para poder cubrir la demanda. Sin embargo, también se puede explicar que el nuevo “cuello de botella” es el procedimiento “Encajado de paquetes”.

Luego de ello es posible que se realice un nuevo estudio a la operación “Encajado de paquetes” con la cual se pueda reducir la cantidad de maquinaria asociada y los tiempos de ella quedaría un balance de la tabla 28, en la cual se muestra el Balance de línea de la situación luego de realizar una segunda mejora donde el tiempo estimado por pieza en minutos se reduce de 0.081 min a 0.050 min; con ello se cumple con la demanda mensual.

Tabla 28 Balance de línea de la situación luego de realizar segunda mejora

Operación	T Estimado por pieza (min)	P	M	HA	U	E	CO = PxMxHxUxE	FC	COxFC			
		Capacidad de producción de la maquinaria	N° de máquinas	Horas mensuales	Factor utilización	Factor eficiencia	Capacidad de producción en unidades según balance de materia	Factor de conversión	Capacidad de producción en unidades de PT (Millares)	Demanda mensual	Número de máquinas	Número posible de máquinas asignadas
		(millares/hora)	s	s	n				(Millares)			
Corte de bobinas	0.060	504.20	1	480	1.000	0.95	229,915.97	1.11	255,207	254,135	1.00	1.00
Selección de material	0.049	612.24	1	480	0.850	0.95	237,306.12	1.11	263,410	254,135	0.96	1.00
Pegado de empaques	0.048	625.00	1	480	0.850	0.95	242,250.00	1.11	268,898	254,135	0.95	1.00
Encajado de paquetes	0.05	600.00	1	480	0.850	0.95	232,560.00	1.11	258,142	254,135	0.98	1.00
Enzunchado de caja	0.045	666.67	1	480	0.850	0.95	258,400.00	1.11	286,824	254,135	0.89	1.00

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS INICIATIVAS DE MEJORA

En este capítulo se analizará la repercusión financiera de la ejecución de diversas metodologías de perfeccionamiento de las operaciones de las propuestas mencionadas en el capítulo 4. El análisis se realizará teniendo en cuenta los costos desembolsados para la ejecución de cada una de las herramientas. Finalmente, se evaluará los ahorros significativos que se lograrán al implementar esta ejecución.

5.1 COSTOS DE PERSONAL

Se detalla los costos mensuales por trabajador (operador y administrativo) del área asociada. Se tomará en cuenta el sueldo mensual, así como las gratificaciones, CTS y pago de ESSALUD. Es por ello que también se debe considerar la cantidad de las horas extras realizadas y el precio. La resultante obtenida se muestra en la tabla 29. Se utilizarán para estimar el costo por hora por cada tipo de trabajador.

Tabla 29 Costo Total de Mano de obra mensual por operador

	Operadores	Administrativos	
Sueldo	S/930.00	S/1,600.00	
Costo de horas extras	S/6.05	S/10.42	
Essalud	S/83.70	S/144.00	
Gratificación mensual	S/155.00	S/266.67	
CTS mensual	S/77.50	S/133.33	
Cantidad de personas	14	4	
Semanas por mes	4	4	
Horas por semana	48	48	
Horas extras por mes	10	10	
Total	S/18,294.46	S/8,992.67	S/27,287.12
Costo por hora	S/6.81	S/11.71	

5.2 GASTOS POR IMPLEMENTAR DE LAS INICIATIVAS DE MEJORA

En la siguiente sección se detallará los gastos debido al planeamiento, implementación y ejecución de las mejoras de 5S y SMED, donde se detalla el presupuesto asignado.

5.2.1 GASTOS POR IMPLEMENTAR 5 S

PRESUPUESTO MANO DE OBRA:

Se debe calcular los costos asociados a mano de obra para en principio la metodología de 5S. Es por ello que en este inciso se detalla el presupuesto estimado para poder implementarlo. En la tabla 30 se observa el presupuesto asignado a la fuerza de trabajo donde se detalla las horas semanales y personal asignado.



Tabla 30 Presupuesto de mano de obra para implementación de 5S

Hora operador	S/ 6.81
Hora administrativo	S/ 11.71

N	Actividad	Cantidad de personas involucradas	Cant. personal Administrativo	Cant. personal Operativo	Horas involucradas por semana	Duración en semanas	Costo Total
I	Situación actual						
1	Diagnóstico de la situación actual	6	4	2	2.0	2	S/ 241.80
2	Reunión con la gerencia	6	4	2	0.8	1	S/ 45.34
3	Revisión de resultados de la situación actual	5	4	1	1.0	3	S/ 160.93
4	Definición de objetivos	5	4	1	2.5	1	S/ 134.11
5	Establecer el comité de implementación de 5S	5	4	1	1.0	1	S/ 53.64
II	Definición de capacitaciones 5S						
6	Preparación del material del 5S	5	3	2	2.0	3	S/ 292.44
7	Explicación de objetivos de 5S al personal	5	4	1	2.0	3	S/ 321.86
8	Documentar las capacitaciones y reuniones	5	4	1	2.0	2	S/ 214.57
9	Elaboración de las actividades SEIRI	5	4	1	2.0	3	S/ 321.86
10	Ejecución de las actividades SEIRI	15	1	14	3.0	3	S/ 962.94
11	Registro y documentación de actividades SEIRI	5	3	2	2.0	3	S/ 292.44
12	Elaboración de actividades SEITON y SEISO	5	4	1	2.0	3	S/ 321.86
13	Ejecución de las actividades SEITON y SEISO	15	1	14	3.0	2	S/ 641.96
14	Documentar las capacitaciones y reuniones	5	3	2	2.0	5	S/ 487.40
15	Capacitación de SEIKETSU	15	1	14	2.0	3	S/ 641.96
16	Capacitación de SHITSUKE	15	1	14	2.0	3	S/ 641.96
III	Control de actividades						
17	Establecer criterios de auditoría	5	4	1	2.0	3	S/ 321.86
18	Presentación de resultados	5	4	1	0.5	3	S/ 80.46
19	Establecer evaluaciones periódicas	8	4	4	1.0	6	S/ 444.36
Costo Total							S/ 6,623.71

PRESUPUESTO MATERIAL E INSUMOS:

En este apartado contiene el costo del material necesario para las actividades de capacitación y ejecución del plan de 5S. Se estima un costo total de S/. 1425 soles. En la tabla 31 se observa los precios asignados por material utilizado en la implementación de cada una de las 5S como los kits, tarjetas de identificación, materiales a comprar, etc.

Tabla 31 Presupuesto de material e insumos para implementación de 5S

Motivos	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Tarjetas de clasificación	unid	3,000	S/ 0.10	S/ 300.00
Kit Material de capacitación	unid	25	S/ 8.00	S/ 200.00
Kit Implementos de limpieza	unid	20	S/ 17.00	S/ 340.00
Recipiente	unid	1	S/ 15.00	S/ 15.00
Estante de barra	unid	2	S/ 20.00	S/ 40.00
Repisa	unid	3	S/ 40.00	S/ 120.00
Barra con perchero	unid	1	S/ 25.00	S/ 25.00
Mesa	unid	1	S/ 150.00	S/ 150.00
Caja de herramientas	unid	1	S/ 150.00	S/ 150.00
Rack	unid	2	S/ 30.00	S/ 60.00
Caja de llaves	unid	1	S/ 25.00	S/ 25.00
Costo Total				S/ 1,425.00

5.2.2 GASTOS POR IMPLEMENTAR SMED

Para la ejecución del método SMED, se realizarán capacitaciones para familiarizar al personal (operadores y administrativos) con el impacto de la metodología. Seguidamente, se detallará el detalle del costo asociado. En la tabla 32 se observa el desagregado del presupuesto asignado

Tabla 32 Presupuesto de material e insumos para implementación de SMED

Motivos	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	N° de personas	Costo Total
Capacitación al personal SMED	horas	24	S/ 40.00	1	S/ 960.00
Tiempo personal operativo	horas	24	S/ 6.81	14	S/ 2,286.81
Tiempo personal administrativo	horas	24	S/ 11.71	4	S/ 1,124.08
Estudio de implementación	horas	2	S/ 11.71	4	S/ 93.67
Cinturón de herramientas	unid	1	S/ 40.00	1	S/ 40.00
Costo Total					S/ 4,504.56

5.3 AHORRO GENERADO POR IMPLEMENTAR LAS PROPUESTAS DE MEJORA

Conforme a los incisos del capítulo 4, desde la ejecución de la herramienta de las 5 S, se alcanzaría un porcentaje de disminución del 30% (De 0.119 min a 0.0833 min) en el tiempo de producción debido a rastreo, movimientos, se tiene en deferencia la reducción del lapso de rastreo de instrumentos y limpieza. Luego de implementar SMED, el tiempo de reducción de producción es de 28% con respecto al tiempo mejorado con la herramienta 5S (De 0.0833 min a 0.060 min). Si se toma como base el tiempo inicial (previo a la mejora 5S el porcentaje de reducción es del 50%)

5.3.1 AHORRO POR IMPLEMENTAR 5S

Conforme a lo mencionado en el capítulo 4 se observa una disminución de 30% de la cantidad de los tiempos de producción de la estación debido a la ejecución de 5'S. Esto debido a que, si se realiza un apropiado aseo, según la programación concernientes, se aprovecha con creces el tiempo. En la tabla 33 se detalla el ahorro en limpieza y búsqueda de elementos de aseo para cada estación y el ahorro mensual por cada estación. El ahorro anual es de S/5,815.02

Tabla 33 Ahorro por implementación de 5S

Operación	SITUACIÓN ACTUAL				SITUACIÓN PROPUESTA				AHORRO	
	Tiempo de limpieza (min)	Tiempo de limpieza (horas)	Número de veces limpieza por mes	Costo total	Tiempo de limpieza (min)	Tiempo de limpieza (horas)	Número de veces limpieza por mes	Costo total	Ahorro mensual en horas	Ahorro total
Corte de bobinas	35	0.58	48	S/190.57	12	0.20	48	S/65.34	18.4	S/125.23
Selección de material	30	0.50	48	S/163.34	10	0.17	48	S/54.45	16.0	S/108.90
Pegado de empaques	30	0.50	48	S/163.34	10	0.17	48	S/54.45	16.0	S/108.90
Encajado de paquetes	20	0.33	48	S/108.90	7	0.12	48	S/38.11	10.4	S/70.78
Enzunchado de caja	20	0.33	48	S/108.90	7	0.12	48	S/38.11	10.4	S/70.78
Ahorro Total mensual										S/484.59

5.3.2 AHORRO POR IMPLEMENTAR SMED

De acuerdo a lo indicado en el capítulo 4 se obtiene un porcentaje de 28% al disminuir el tiempo de producción debido a la implementación de SMED. Si se toma en consideración esta implementación y, tal cual se observa en la tabla 34, se alcanzaría ahorrar **S/3,031.38**.

Tabla 34 Ahorro por implementar SMED

	SITUACIÓN ACTUAL				SITUACIÓN PROPUESTA			Ahorro	
	Reducción (%)	Tiempo (min)	Cantidad de veces por mes	Costo Total	Tiempo (min)	Cantidad de veces por mes	Costo Total		
Área de Corte de Material	45%	45.67	96.00	S/497.29	25.33	96.00	S/275.87	S/221.42	
Área de Cambio de cuchilla	22%	124.08	10.00	S/140.75	96.58	10.00	S/109.56	S/31.19	
Costo mensual				S/638.04				S/385.43	S/252.62
Costo anual				S/7,656.49				S/4,625.11	S/3,031.38

5.4 FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

El flujo de caja se halla detallado en la tabla 35, este se proyecta a un periodo de 1 año.

La inversión del proyecto será financiada por capitales propios de los dueños, sin embargo, esta inversión debe estar justificada para utilizarse en un proyecto de esta envergadura y no en un plazo fijo, esto se verá reflejado en la tasa de descuento, la cual debe ser mayor a la ofrecida por una tasa de plazo fijo. En este análisis se tomará como referencia la tasa de Caja Municipal Ica, que ofrece una tasa de 8.7% anual por un monto de 280, 000 soles a plazo de un año. Es por ello que para el presente estudio se les ofrecerá a los inversores una tasa de 25% anual, con una tasa mensual de 1.877%

La cuantificación de los ingresos se hizo en base a 4 etapas:

- **Ingresos por ventas adicionales por implementación:** En este apartado, se adicionan los ingresos por las unidades vendidas debido a las mejoras que se aplicaron al cuello de botella, lo cual permitió incrementar las unidades vendidas, ya que la compañía no poseía la capacidad suficiente para atender las demandas. Las mejoras fueron implementadas en 2 procesos (Corte de Material y Encajado)
- **Ingresos por ventas por incremento de demanda (equipo *Sales and Operations*):** El equipo cumplió con las expectativas de atender toda la demanda, sin embargo, se procura incrementar la participación en el mercado para el 1 año en 3% con respecto al mes analizado con proyección
- **Ahorro por 5S:** Son los ahorros mensuales que se obtienen como resultado de la mejora.
- **Ahorro por SMED:** Son los ahorros mensuales que se obtienen como resultado de la mejora.

Luego de realizar el cálculo de los gastos se detalla:

- **Costo de “mano de obra”:** Costo de la “fuerza de trabajo” por planilla
- **Costo de “mano de obra” (bonificación, incentivo):** Costos asociados por bonificación, premios, incentivos, reuniones de camaradería, etc.
- **Costo de los productos primarios:** Costo de bobinas e insumos
- **Costos operativos (distribución, almacenaje):** Costos de distribución, repartos, almacén
- **Costo implementación 5S (estudio 10 meses):** En el inciso 5.2.1 se detalló el costo mensual por el estudio de 5S este se realizará el año previo. Se tomará 40 semanas de estudio
- **Costo implementación SMED (estudio 10 meses):** En el inciso 5.2.2 se detalló el costo mensual por el estudio de 5S este se realizará el año previo. Se tomará 40 semanas de estudio
- **Otros gastos adicionales:** Este apartado son aquel monto que se va a adicionar en caso la situación política y económico afecten los precios actuales.

Se analizaron los indicadores VAN y TIR, se obtuvo en el primero S/1,720,481.12 y del segundo 79.4%. Estos valores son mensuales ya que el los flujos se han determinado de esta manera. La tasa de retorno anual que esperan los accionistas es de 25% y se toma 1.88% mensual como efectos del cálculo.

Lo cual, al obtener un VAN positivo y un TIR mayor al esperado por los accionistas, según los valores obtenidos, se indica que presenta “viabilidad económica” y poder implementar la iniciativa.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El sistema Lean es una metodología que abarca los esfuerzos de todos los niveles, esto quiere decir que el éxito del proyecto depende desde el compromiso del directorio, los gerentes y jefes hasta los subordinados, obreros, personal de limpieza, etc. Esto con el fin de que puedan entender los conceptos y luego, verificar por sí mismos la mejora continua, desde el día uno en su puesto de trabajo, estar motivados, y tener mayor deseo de cooperación ya que es un proyecto a largo plazo.
- Se puede observar que, para alcanzar los resultados de Lean, se realizaron los primeros esfuerzos en Estados Unidos y Japón en simplificación de procesos, estandarización, o en eliminación de desperdicios. Las compañías niponas son pioneras y desarrollaron una mentalidad que se mantiene hoy, la cual es la comunicación en todos los niveles y disciplina. Esto permite que Asia sea líder en innovación y mejora continua, y existe la esperanza de replicar sus técnicas en Sudamérica.
- Se puede concluir que un deficiente planeamiento de la “cadena de suministro” y en la aplicación de este proyecto, el de la producción, el balance, afecta directamente la productividad de los operadores. Se puede inculcar e implementar las herramientas Lean mencionadas en el capítulo 1, pero un cambio de los objetivos o cambio en el plan podría ocasionar preocupación en el personal, desperdicio por consecuencia de un mal ordenamiento del trabajo.
- Si las soluciones o problemas encontrados luego de realizar un mapeo del flujo de procesos ya se conocen se pueden usar herramientas de mejora y luego con los beneficios obtenidos dependerán si en efecto ello ayuda a la estrategia Lean esperada, en caso contrario el hallazgo de estas oportunidades puede desgastar enorme cantidad de recursos sin que tenga un efecto real y estratégico en Lean.
- Se puede afirmar que la Metodología de “Lean Manufacturing” aplicado en una planta de producción está en la capacidad de aportar eficiencia y flexibilización, ya que resulta de la aplicación en conjunto de una integra orientación de la organización en el trabajo y que el personal de todos los niveles tenga motivación; lo cual resulta ser lo más significativo para la implementación de esta metodología Lean así los operadores trabajan por un salario sino también por convicción y producir mejores resultados.
- El aporte de esta tesis es la de reflexionar sobre la trascendencia de la aplicación de como estos principios se convierte en una “necesidad” para cualquier compañía que busque ser más competitiva en su rubro, se debe recordar que estos cambios no se logran en un corto plazo, el

desafío es plantear la ejecución a largo plazo. Adicionalmente, el compromiso del directorio, el respaldo humano y acciones de motivación son factores clave en el éxito del proyecto.

- El método para implementar las mejoras que se describe para este análisis de mejoramiento del procedimiento de producción de papel fotocopia deberá posibilitar un adecuado nivel de la comprensión precisa de las etapas a seguir y detallar todas las actividades para que todas las personas involucradas puedan comprender la propuesta.
- El Value Stream Mapping permite tener un panorama de cómo fluyen los inventarios, tiempos y actividades de los procesos a estudiar, sirviendo también como herramienta para diseñar una propuesta de mejora, en base a las carencias específicas del flujo para evitar concentrar esfuerzos en actividades que no generen valor.
- Se observó que incluso después de haber encontrado una propuesta de mejora y haber hallado el “cuello de botella”, este se “movió” y pasó a ser otra estación de trabajo, lo principal es la búsqueda constante de mejora continua, de manera ininterrumpida. Aplicar kaizen en toda el área de trabajo.
- Un adecuado método de “pronóstico de la demanda” puede ayudar a minimizar las deficiencias de la capacidad de trabajo y minimizar errores. Existen diversos métodos uno que podría ser el método estacional multiplicativo, ya que posee estacionalidad con tendencia.
- Un sistema híbrido de sistema PULL y PUSH sería adecuado para una implementación del proyecto nuevo debido a que, el proceso desarrollado es un artículo de constante rotación, sin embargo, posee una estacionalidad en los meses de marzo y julio.
- El VAN resultó positivo con un valor de S/1,720,481.12, con una inversión inicial de S/. 245,532.70 lo que permite recuperarla incluso en menos de un año al obtener un VAN positivo. Posee una relación costo beneficio mayor a 1.
- El TIR es de 79.4 % es mayor a la tasa esperada por los accionistas, la cual es 25%; sin embargo, la política de los accionistas podría cambiar, debido a la situación de incertidumbre política y económica del Perú. Es por ello que se supera grandemente al rendimiento esperado por los accionistas que es comparado, además, con la posibilidad de invertir el dinero en un depósito de plazo fijo

6.2 RECOMENDACIONES

- Las Herramientas Lean por implementarse deben insertarse en la cultura organizacional de los involucrados, en este caso a través de talleres de capacitación de metodologías de lean ya sea en Kanban, 5 S's, Andón y Jidoka. En la empresa no se genera con frecuencia este tipo de talleres por lo que se planea fundar una escuela Lean, en la cual se formen entrenadores lean, que a su vez sean capaces de formar nuevos líderes

- Se debe definir un objetivo estratégico LEAN. En base a ello el mapeo de todo el proceso debe estar relacionado a identificar oportunidades y nuevos proyectos. Es importante poder incentivar la investigación, el desarrollo e innovación en los obreros para poder simplificar el flujo de las operaciones y estar en constante movimiento de ideas.
- Para poder llegar a realizar la implementación del VSM de la situación futura, se deben realizar los cambios que deberán estar materializados en un plan de acción, realizar seguimiento hasta lograr el estado futuro. Una vez logrado este cambio, se comienza con el proceso de nuevo para poder alcanzar la excelencia operacional que las compañías que están comprometidas con Lean buscan alcanzar.
- Se debe generar compromiso de los directivos del proyecto, este es el primer paso para poder llevar a cabo con éxito una implementación lean, para ello se debe procurar cambiar la cultura organizacional para bien, ya que solo con el compromiso de los operadores se podrá implementar lean con eficiencia. La combinación del compromiso de directivos y operadores es fundamental.
- Se debe documentar los procesos para poder implementar nuevas propuestas de mejora y llevar el proyecto a segundo nivel de lean. Esta documentación deberá estar en una carpeta compartido por el departamento de mejora continua y estar bajo el acceso de los demás departamentos para poder nutrirla y actualizarla aún más y evitar repetir información.
- Se sugiere conversar y sensibilizar a los operadores de la trascendencia y beneficios que traerá el implementar las nuevas metodologías, esto para que los operadores puedan reflexionar por qué se está realizando los cambios y mejoras; y ellos de manera autónoma sean voluntarios a cooperar. Si esto no sucede ellos contradecirán lo desconocido, por temor.
- En el argumento de que el requerimiento de demanda de papel fotocopia se incrementa, se recomienda preparar las bases para iniciar un plan de distribución de planta, ya que en este momento no se tiene la capacidad necesaria para producir mayor cantidad de producto. En su defecto se procura investigar las necesidades del mercado y verificar lo que esta en crecimiento que son las bolsa de papel del *delivery* de restaurantes y procurar realizar el estudio en ese sector.
- Por otro lado, se sugiere proteger la estimulación en el personal operativo frente a los posibles cambios que se propone mejorar en la empresa, mediante programas de reconocimiento, premios, bonificaciones, préstamos, subvenciones, etc. Estos reconocimientos se brindaran a quienes propongan medidas con coste accesible e impacto importante.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Angeles, J. (2006). *SISTEMA KANBAN, COMO UNA VENTAJA COMPETITIVA EN LA MICRO, PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA*. (U. A. Hidalgo, Editor, &) Obtenido de <https://docplayer.es/3339207-Sistema-kanban-como-una-ventaja-competitiva-en-la-micro-pequena-y-mediana-empresa-monografia-ingeniero-industrial-job-angeles-estrada.html>
- Armijo, E. J. (2019). *ESTUDIO DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE ALMACÉN PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE ALMACENAJE DE SCHROTH CORPORACIÓN PAPELERA S.A.C.*
- Barcelona, U. d. (2020). *OBS Business School*. Obtenido de <https://obsbusiness.school/es/blog-project-management/diagramas-de-gantt/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve>
- Barrios, V. H. (2019). *Implementación de la metodología 5S en un almacén de refacciones*. Obtenido de http://reaxon.utleon.edu.mx/Art_Impr_Implementacion_de_la_metodologia_5S_en_un_macen_de_refacciones.html
- Canavos, G. (1984). *Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos*. Mexico: McGraw-Hill.
- Champagnat, U. (2019). *Kanban, control de la producción y mejora de procesos*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/kanban-control-de-la-produccion-y-mejora-de-procesos/>
- Correa, F. G. (2007). MANUFACTURA ESBELTA. PRINCIPALES HERRAMIENTAS. *Revista Panorama Administrativo*.
- Cuatrecasas, L. (2010). *Procesos en flujo Pull y gestión Lean. Sistema Kanban. Organización de la Producción y Dirección de operaciones*. Madrid: Díaz Santos.
- Estrada, J. A. (2006). *Scribd*. (U. A. Hidalgo, Ed.) Recuperado el 26 de octubre de 2022, de <https://es.scribd.com/doc/215248947/Sistema-Kanban>
- Gómez, M. F. (2015). *Lean Manufacturing En Español: Cómo eliminar desperdicios e incrementar ganancias*.
- Gómez, M. F. (2015). *Lean Manufacturing En Español: Cómo eliminar desperdicios e incrementar ganancias*. México.
- Hernández Matías, J. C., & Idoipe Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing*.
- Hirano, H. (1988). *Poka Yoke: Mejorando la calidad del producto evitando los defectos*. Tokyo: Productivity Press.
- Hoy, L. M. (2017). *Lean Manufacturing. Los 8 grandes despilfarros (mudas) de tu empresa*. Obtenido de <https://www.leanmanufacturinghoy.com/lean-manufacturing-los-8-grandes-despilfarros-mudas-de-tu-empresa/>
- INEI. (2016). Instituto Nacional de Estadística e Informativa.
- Juárez, L. E. (2018). *Implementación de las "5s" en el área de mantenimiento*. Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. Veracruz: Cuitláhuac. Obtenido de <http://reini.utcv.edu.mx/bitstream/123456789/463/1/9177.pdf>
- Krajewski, L. J. (2013). *Administración de Operaciones*.

- Lean Solution. (2019). Obtenido de <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>
- López, B. S. (2019). *Andon: Control visual*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/andon-control-visual/>
- Núñez, H. J. (2002). *Política y Cultura*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26701803>
- Ohno, T. (1991). EL SISTEMA DE PRODUCCION TOYOTA. Productivity. Obtenido de <http://estrategiafocalizada.com/enfoque/Sistema%20de%20produccion%20Toyota%20OHN%20V2.pdf>
- Pareto, V. (1907).
- Porter, M. (1985). *Ventaja Competitiva: Creación y sostenimiento de un desempeño superior*. Patria.
- Rajadell, M. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. España: Díaz de Santos.
- Romero, A. A. (2015). *La casa del TPS o casa Lean*. Obtenido de <http://www.angelantonioromero.com/la-casa-del-tps-o-casa-lean/>
- Santos, J. (2019). *Poka-Yoke: A prueba de errores*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/poka-yoke-a-prueba-de-errores/>
- SCP. (2020). Obtenido de <http://www.scp.com.pe/es/index.php>
- Socconini, L. (2019). Lean Company.
- Villaseñor, A. y. (2007). *Manual de Lean Manufacturing*. México: Limusa.