



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS – INGENIERÍA INDUSTRIAL

Implementación de mejoras operativas en procesos manuales en un centro de distribución

TESIS

Para optar por el grado de:

Maestra en Ingeniería

Ingeniería de Sistemas en Ingeniería Industrial

P R E S E N T A

Yolanda Garza Esquivel

DIRECTORA

M. I. ANN GODELIEVE WELLENS

FACULTAD DE INGENIERÍA

División de Ingeniería Mecánica e Industrial

Ciudad Universitaria, CDMX, Octubre 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*“Somos lo que hacemos repetidamente.
La excelencia, entonces, no es un acto, sino un hábito.”*

Aristóteles

Contenido

RESUMEN	5
ABSTRACT	5
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	6
1.1 ANTECEDENTES.....	6
1.2 OBJETIVOS.....	7
1.2.2 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	7
1.4 ALCANCES	8
1.5 LIMITACIONES.....	9
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO	10
2.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.2 HISTORIA DEL ETIQUETADO	11
2.2.1 <i>El etiquetado en México</i>	12
2.2.2 <i>Historia del proceso de etiquetado en el centro de distribución</i>	13
2.2 CICLO DEMING O PDCA.....	14
2.3 CUADRO DE MANDO INTEGRAL.....	16
2.4 MODELO CANVAS	17
2.5 5 S Y ESTÁNDARES VISUALES.....	18
2.5.1 <i>5 s</i>	18
2.5.2 <i>Estándares visuales</i>	22
2.5.3 <i>Sistema kanban</i>	23
2.6 ESTUDIO DE MÉTODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	25
2.6.1 <i>Estudio de tiempos: selección y cronometraje del trabajo</i>	28
2.7 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS.....	39
2.8 GRÁFICO DE CONTROL.....	40
<i>Gráfico X_{pr}</i>	41
<i>Gráfico X-R</i>	41
2.9 DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	41
2.10 CURSOGRAMA ANALÍTICO	42
2.11 DIAGRAMA DE ESPAGUETI	43
2.12 DIAGRAMA DE GANTT.....	44
CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA.....	45
3.1 DIAGNÓSTICO.....	45
3.1.1 <i>Situación actual</i>	45
3.1.2 <i>Diagrama de proceso actual</i>	49

3.1.3	<i>Layout actual</i>	50
3.1.4	<i>Estaciones de trabajo actuales</i>	51
3.2.1	<i>Productividad actual</i>	51
3.2.2	<i>Estudio de tiempos y movimientos</i>	52
3.2.3	<i>Cursograma analítico</i>	55
3.2.4	<i>Diagrama de espagueti</i>	57
3.3	PROPUESTAS DE MEJORA.....	58
CAPÍTULO 4 IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA		59
4.1	ANÁLISIS Y RESULTADOS	59
4.1.1	<i>Análisis y resultados de productividad</i>	63
4.1.2	<i>Análisis y resultados de tiempos y movimientos</i>	71
4.1.3	<i>Análisis y resultados de recorridos de las operadoras</i>	78
4.2	PLAN DE TRABAJO.....	80
4.3	PROPUESTAS.....	81
4.3.1	<i>Nuevas estaciones de trabajo</i>	81
4.3.2	<i>Cambio e instalación de nuevas estaciones de trabajo</i>	84
4.3.3	<i>Revisión y formalización de procedimientos</i>	84
4.3.4	<i>Registro de indicadores</i>	85
4.3.5	<i>Estandarización de operaciones</i>	85
4.3.6	<i>Revisión de posibles mejoras</i>	86
CAPÍTULO 5 ANÁLISIS DE PROPUESTAS IMPLEMENTADAS.....		87
5.1	ANÁLISIS COMPARATIVO COSTO-BENEFICIO.....	88
5.2	MATRIZ DE CANVAS DEL PROYECTO.....	88
5.3	LECCIONES APRENDIDAS	89
CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		91
BIBLIOGRAFÍA		93

Resumen

El trabajo de tesis que se presenta a continuación comprende la implementación de mejoras operativas en el proceso manual de etiquetado de producto dentro de un centro de distribución de *retail*. Se integran técnicas y herramientas estratégicas con análisis estadísticos para identificar inicialmente las causas raíz y posteriormente para proponer las soluciones adecuadas que contribuyan a mejorar la eficiencia y productividad operativa.

La aplicación de herramientas de calidad basadas en la mejora continua está enfocada en implementar soluciones que no requieran modificación del sistema, tales como el acomodo del área, diseño de las estaciones de trabajo, cambios en los procedimientos y ejecución del trabajo, así como en la medición de indicadores. El objetivo no solo está enfocado en la optimización del proceso, sino en la reducción de costos, reducción de tiempos de proceso y en generar una cultura de mejora continua que prevalezca de manera sostenible en el departamento. A través del estudio se logró reacomodar la distribución del área disminuyendo recorridos, se definió la productividad promedio de una operadora y se implementaron estaciones de trabajo individuales. El registro de la productividad y *KPIs*, *key performance indicators*, permitieron la ejecución de planes de acción posteriores y la implementación de una cultura de mejora continua en el área.

Abstract

This thesis is about operational improvements implementation in the manual process of product tagging within a retail distribution center. Strategic techniques and tools are integrated with statistical analysis to identify the root causes and subsequently to propose the appropriate solutions that contribute to improve operational efficiency and productivity.

The application of quality tools based on continuous improvement is focused on implementing non-system solutions such as the distribution of the *layout*, design of the workstations, changes in the procedures and work execution as well as the *KPIs* measurement. The objective is not only focused on the process optimization but also on cost reduction, time process reduction and creation of a continuous improvement culture that continues in a sustainable manner in the department. Through the study, layout rearrangement was accomplished, reducing distances, average productivity was defined and individual work stations were implemented. Productivity registration and KPIs enabled the future action plans execution and continuous improvement culture implementation in the area.

Capítulo 1 Introducción

1.1 Antecedentes

La ingeniería está relacionada con la evolución de nuevas tecnologías para el desarrollo de diferentes áreas del conocimiento. Los ingenieros han creado nuevos sistemas y términos, ampliando sus posibilidades. Hoy en día, la tecnología ha proporcionado un sin número de nuevas técnicas y herramientas que tienen un profundo efecto en la oferta de soluciones de esta profesión.

En las últimas décadas, las industrias y las organizaciones se han desarrollado para permanecer y crecer en nuevos mercados basados en estrategias de competitividad sustentables y de valor para los clientes que cada vez son más exigentes en aspectos como calidad, precio, tiempos de entrega y cumplimiento de especificaciones particulares de los productos y servicios que utilizan. Simultáneamente, las empresas buscan mantener una operación que genere valor agregado y satisfaga las expectativas de rentabilidad que requiere el desarrollo de los procesos, especialmente el sistema logístico diseñado para atender los mercados dinámicos y cambiantes que se han originado debido a la globalización.

Las tecnologías de la información (TICs) y la nueva era digital han revolucionado el mercado y la forma en la que los clientes interactúan con él. De la misma forma han influido en la inmediatez, se espera un producto rápido y que supere las expectativas de los clientes, lo cual ha llevado a las empresas a trabajar por tener una cadena de suministro eficiente en donde se optimicen todas las operaciones para reducir los tiempos de entrega y trazos logísticos al menos costo posible.

El diseño de los procesos logísticos juega un papel primordial en los tiempos, costos y en el nivel de satisfacción que los clientes esperan obtener. Cada retraso o mejora que se realice en cada eslabón de la cadena de suministro repercutirá en la reducción o extensión de los tiempos de entrega y la calidad del servicio. En el último año, la reciente pandemia ha acelerado la necesidad de mejorar e invertir no solo en nuevas tecnologías, sino en mejores esquemas de trabajo que además de flexibles, sean eficientes y escalables para atender cualquier adversidad y crecimiento agresivo de las tendencias del mercado.

El presente trabajo está enfocado en la aplicación de mejoras en procesos manuales en un centro de distribución de *retail*, término empleado para los puntos de venta y entornos comerciales enfocados a los consumidores minoristas. Se analizan las diferentes etapas del proceso de colocación de etiqueta, el cual es realizado de forma manual por personal operativo.

Actualmente, el proceso de etiquetado en la empresa analizada muestra variaciones en productividad, gastos no planeados y no controlados por horas extras y cuellos de botella, presuntamente por la falta de estandarización y control de las operaciones. Tampoco se lleva un registro de los indicadores de productividad, causando un impacto colateral en la administración de este. Estas razones son la causa principal para la realización del presente análisis, ya que se tiene una gran área de oportunidad y se visualizan diversos beneficiostales como mejora en la ergonomía, productividad, reducción de costos, entre otros. El trabajo se enfoca en la identificación, análisis y propuestas a las áreas de oportunidad detectadas, en donde posterior a su implementación se podrán observar cambios cuantitativos y cualitativos que, de la mano con la estandarización y el control, llevarán a tener un proceso esbelto a mediano y largo plazo.

1.2 Objetivos

1.2.2 Objetivo general

Aplicar una estrategia de mejora en el proceso manual de etiquetado de precio de la mercancía de un centro de distribución de *retail* para optimizar y reducir los costos operativos.

1.2.3 Objetivos específicos

- Definir procedimientos de trabajo y estandarizarlos.
- Definir el tiempo y la productividad óptima a través del análisis de la operación, utilizando técnicas y herramientas de calidad.
- Identificar y definir los principales indicadores operativos.
- Prevenir y minimizar errores operativos para aumentar la productividad y de esa forma reducir costos operativos.
- Diseñar estaciones de trabajo ergonómicas que minimicen los movimientos y reduzcan los tiempos de operación que impactará en una reducción de costos.

1.3 Organización del trabajo

En el capítulo 1 se describen los antecedentes tanto de la empresa como de la operación, el objetivo general, los objetivos específicos, así como los alcances y limitaciones del presente proyecto.

En el capítulo 2 se describe el marco teórico del trabajo de investigación o marco referencial y las consideraciones teóricas de la investigación en donde se describen los orígenes y

conceptos de las metodologías y herramientas tales como 5 s, *kaizen*, *PDCA* (*Plan, Do, Check, Act*), entre otras.

En el capítulo 3 se habla de las metodologías, técnicas y herramientas que se utilizaron para la obtención de los datos, el análisis y el diseño de la propuesta de mejora. Entre éstas se encuentran algunas de mejora continua, de análisis de tiempos y movimientos, estandarización del trabajo, análisis estadístico, etc. Dichas metodologías estructuran la forma en la que se llevó a cabo el trabajo.

El capítulo 4 habla de la implementación de las propuestas de mejora, se describen las mismas incluyendo los cambios propuestos tales como el reacomodo del *layout*, el rediseño de las estaciones de trabajo, la definición de indicadores, mejora de ergonomía y la estandarización de las operaciones.

Finalmente, en el capítulo 5 se describe el análisis de las mejoras, la evaluación, el costo-beneficio y la comparativa entre el monto ahorrado y el monto invertido. Finalmente se incluyen conclusiones y lecciones aprendidas durante la ejecución e implementación además se identifican posibles mejoras futuras como parte de la mejora continua.

1.4 Alcances

Se busca la aplicación de diversas metodologías de calidad y mejora continua que se pueden implementar en procesos operativos manuales. Se realizará una descripción del proceso a modo de definición en donde se mencionan de manera general las entradas, procesos internos y salidas, así como el impacto que tiene en la cadena de suministro alguna demora en el proceso.

El proceso en el que se aplicarán dichas mejoras es en el de colocación de etiquetas. Se tomaron tiempos y productividad del etiquetado de ropa, se realizó un diagnóstico y estudio de la ergonomía y de las condiciones de las estaciones de trabajo actuales, así como del *layout* o distribución actual del área, además, se analizó la productividad colectiva actual para proponer un cambio a un modelo individual que servirá de base para calcular esquemas de compensaciones por productividad individuales, que servirán como incentivo para la mejora del trabajo operativo.

El alcance comprende solamente procesos manuales, no se realizarán cambios en el sistema de administración del almacén *WMS warehouse management system* ni en el *ERP, enterprise resource planning*, un software integral que sirve para administrar los diferentes departamentos de una empresa. No se considera una reubicación del proceso en otra área del almacén ni fuera de esta ubicación, tampoco en los equipos electrónicos utilizados tales

como impresoras, radiofrecuencias y etiquetadoras. El presupuesto es limitado y se busca lograr la mejora con la menor inversión posible.

Por otro lado, en caso de decidir aplicar alguna compensación o bono por productividad al personal, está condicionado a su autorización y podrá ser aplicado en un mediano plazo.

1.5 Limitaciones

El proyecto se enfocará únicamente en el departamento de colocación de etiqueta de mercancía y se analizará sólo etiquetado en ropa. No se cuenta con información histórica del proceso; la medición se inició al mismo tiempo que se realizaron las mediciones para el presente análisis. Durante las pruebas y la implementación, se evitó desestabilizar la operación y no se realizaron movimientos significativos del área de lunes a viernes; todos los cambios se harán en fin de semana.

Capítulo 2 Marco teórico

La logística y distribución están conformadas por las operaciones que involucran el traslado de productos, bienes o servicios hacia el cliente. El canal de distribución y la cadena de suministro hacen posible que el usuario obtenga el producto en el lugar, tiempo y cantidad adecuadas involucrando una serie de actividades tales como la estimación de la demanda, procesamiento de pedidos, gestión de almacén, embalaje y transporte. En la actualidad, los tiempos de proceso en las operaciones dentro del almacén se han convertido en una pieza clave para cumplir los objetivos de cualquier empresa. Se ha incrementado la tendencia hacia la inmediatez después de la compra, esto implica directamente la reducción de tiempos de operación. El incremento de los costos impacta directamente en la satisfacción del cliente final, lo cual si se alcanza, se refleja en altas ventas y en una empresa competitiva.

En diversas operaciones y principalmente en América Latina, la automatización involucra altas inversiones y por el bajo costo de la mano de obra se continúan haciendo procesos manuales en donde el recurso humano es el principal elemento de ejecución de tareas. Si los procesos se realizan con productividad, eficiencia y estandarización se obtienen beneficios directos e indirectos que incrementan las oportunidades de cumplimiento de indicadores generales de la cadena de abastecimiento.

2.1 Investigación bibliográfica

Encontré investigaciones que hablan acerca de la implementación de mejoras en procesos principalmente en empresas de manufactura, mejoramiento de sistemas de gestión de calidad, entre otros.

Carranza y Guerra (2019) y Grados Arellano (2018) utilizan el ciclo de Deming para la mejora de procesos operativos en un taller automotriz y una empresa de confecciones, utilizando herramientas como de orden y limpieza como 5 s y algunas de control de calidad para el incremento de la productividad. Carranza redujo los re-trabajos identificados en más del 70%, un 10% en el tiempo total de los procesos operativos y una tasa interna de retorno del 287%. Por otro lado, Grados Arellano concluye que existe evidencia significativa para afirmar que, el ciclo de Deming o de mejora continua se relaciona significativamente con la mejora de la productividad en el área de logística; al corroborar los resultados con el análisis estadístico de la prueba *t* de *Student*, obteniéndose un valor *p* de 0.005; además con la implementación de esta herramienta de mejora continua se logró incrementar la productividad en 16.8% durante los meses de evaluación; asimismo, la eficiencia y eficacia se incrementaron en 8.4% y 6.25% respectivamente.

Juárez Téllez (2018) utiliza la metodología DMAIC para la mejora de un proceso productivo en el almacén de una empresa de servicios logísticos y evalúa mejoras con estaciones de trabajo individuales aumentando el personal que realiza el proceso, como resultados aumentó la productividad del proceso en 63.89%, disminuyó el tiempo ciclo del proceso en un 38.97% y hubo un decremento en el transporte de productos en el almacén en 70.66%.

Rosales Espejel (2015) realiza un estudio dentro de un almacén de bienes de consumo para aplicar la mejora continua de procesos a través de metodologías como DMAIC y propone algunas mejoras en la ergonomía de los empleados, en su hipótesis plantea que la implementación de las mejoras impactará directamente en el tiempo de almacenaje del producto y concluye de forma cualitativa que el manejo de ciertas herramientas es fundamental para la aplicación de la mejora continua. Según mi mejor saber y entender, no existen estudios del proceso operativo de colocación de etiqueta, existen algunos enfocados en la producción, pero no en la optimización de la colocación.

El presente trabajo plantea la solución de un proceso manual específico, el proceso de colocación de etiquetas en la mercancía, convirtiéndolo en un estudio detallado en su tipo. Representa un gran reto el estudiar a fondo un proceso manual específico en donde se integran indicadores de productividad, ergonomía en las estaciones de trabajo, orden y limpieza, estudios de métodos, entre otros. Si bien forma parte de la implementación de mejoras, contribuye a la investigación de un proceso manual a detalle que hoy en día es requerido por la normatividad aplicable.

2.2 Historia del etiquetado

Las etiquetas son piezas gráficas que se utilizan para identificar objetos. Hoy en día existe una gran variedad de formatos y materiales que permiten diferenciar un producto de otro; además de esto, dan información de interés al consumidor e incluso cuentan con diseños que hacen más llamativo el producto. Actualmente es rutinario ver etiquetas, porque la mayoría de los productos nuevos están etiquetados.

Históricamente, una de las primeras civilizaciones en desarrollar el comercio fueron los fenicios, que utilizaban envases para trasladar e identificar con leyendas sus alimentos y productos. Han existido también etiquetas elaboradas con papiros que los romanos colocaban en algunos productos, principalmente medicamentos. Posteriormente, en China se inventaron unas placas para marcar envases; sin embargo, la historia comienza cuando Gutenberg inventó la imprenta moderna en el siglo XV. A partir de esto, se empezó a desarrollar la industria papelera.

Para el siglo XVI se imprimieron las primeras etiquetas en Europa hechas por los fabricantes de artículos de papelería. Utilizaban bandas de papel como una forma de envolverlos, el primer hombre en desarrollar estas bandas con etiquetas impresas fue Bernhart en 1550.

En 1798, dos nuevos inventos beneficiaron enormemente el desarrollo de gráficos, uno de ellos fue la máquina de fabricación de papel, creada en Francia por Nicolás Louis Robert. El otro fue la litografía, creada en Baviera por Alois Senefelder. Con ayuda de esta innovación técnica, en 1830 se comenzaron a utilizar etiquetas en todo tipo de envases (Historia de empaques, 2013).

En 1840 surge la impresión en color, lo que marcó un importante salto de evolución gráfica. A partir de este momento, las etiquetas no solo sirven como medio informativo, sino también un medio creativo con diseños llamativos. Los fabricantes de chocolate fueron los primeros en utilizar etiquetas como una forma de llamar la atención del público, las utilizaron más que nada en ocasiones especiales como navidad o semana santa. En el siglo XX y XXI, con el capitalismo y la comercialización, las etiquetas son elementos clave para las ventas, ya identifican un producto entre la gran variedad que hay en el mercado.

2.2.1 El etiquetado en México

Los productos comercializados en México deben contar con etiquetas que cumplan con lo establecido por las normas oficiales mexicanas a fin de informar al consumidor de su contenido y forma de uso. De acuerdo con GS1 (GS1 México, 2018), organización privada sin fines de lucro que elabora e implementa estándares y soluciones globales para identificar y compartir información, productos y servicios de etiquetado, las etiquetas se pueden clasificar en:

- Obligatorias o no obligatorias, según deban cumplir o no con lo dispuesto por las autoridades para protección de la salud o la economía de los consumidores.
- Descriptivas, que detallan ingredientes, formas de uso, recomendaciones de conservación, fecha de caducidad, etc. Por lo general, son las que cumplen lo indicado por las normas oficiales mexicanas (NOM).
- Promocionales, que sirven para atraer la atención del consumidor y promover las virtudes del producto.
- De marca, como las de la ropa que indican el nombre del fabricante o diseñador.
- De grado, que clasifican al producto por su calidad.

La norma oficial mexicana NOM-050-SCFI-2004 establece la información comercial que deben contener los productos de fabricación nacional o extranjera que se destinen a los consumidores en el territorio nacional y establecer las características de dicha información

(DOF, 2004). Las etiquetas deben tener información comercial básica del producto y permite saber su contenido, ingredientes, modo de uso y conservación, quién es el fabricante, el origen del producto, fecha de caducidad, advertencias, entre otros y la información debe estar en idioma español.

Existen normas oficiales mexicanas específicas, como la NOM-004-SCFI-2006 que establece la información comercial que los fabricantes y confeccionistas nacionales, así como los importadores, deben incorporar en los textiles, ropa de casa y en las prendas de vestir y sus accesorios (DOF, 2006). Esta norma aplica para los productos que se etiquetan en el centro de distribución que se estudiará más adelante.

1.5.2 Historia del proceso de etiquetado en el centro de distribución

De acuerdo con información proporcionada por empleados que llevan laborando más de 30 años en la compañía, se identificó el origen del proceso en el año de 1988, cuando la ubicación del centro de distribución se encontraba en el poniente de la ciudad de México. La recepción de la mercancía se realizaba sin equipos hidráulicos, se cargaban manualmente las cajas, posteriormente se separaban frente a la cortina de embarque y se colocaban en una línea de producto listo para ser etiquetado. Anteriormente, estas operaciones eran realizadas por operadores del sexo masculino que pertenecían a una sola área. También se hacía en mesas de trabajo o estaciones colectivas como en la actualidad, y el personal se encargaba de imprimir las etiquetas con una imprenta manual de letras de plomo como se ilustra en la siguiente figura.

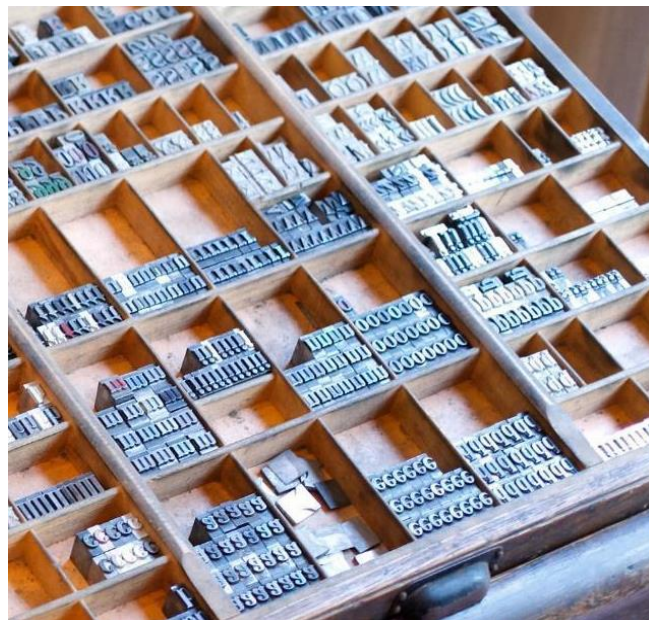


Figura 2.1 Letras de plomo utilizadas para la impresión de etiquetas. Fuente: Depositphotos.com

En la figura 2.1 se observa de manera ilustrativa las letras de plomo que se utilizaban para realizar la impresión sobre las etiquetas. El proceso consistía en acomodar letra por letra para imprimir la información del producto: modelo, talla y número de artículo; no se contaba con códigos de barras ni diferente tipografía como ahora.

Para colocar las etiquetas adheribles se contaba con una pistola en donde se enrollaban y se presionaba para que expulsara la etiqueta. La mercancía textil, que se distribuía y procesaba colgada, se colocaba en bloques llamados atados en donde un bloque de ropa con gancho se unía con cinta canela y se colgaban en las cajas de los tráileres, los cuales tenían unos tubos diseñados para esto. Las cajas o bultos grandes se colocaban debajo de los atados de ropa.

2.2 Ciclo Deming o PDCA

El ciclo PDCA (*plan*, planificar; *do*, realizar; *check*, comprobar y *act*, actuar) o ciclo de Deming es un sistema estratégico que resalta la importancia de la interacción entre las cuatro actividades y la mejora continua en cualquier proceso tanto de gestión como de fabricación. En Japón, desde sus inicios, este ciclo se ha utilizado como una metodología de mejora continua aplicada a todo tipo de situaciones, teniendo como resultados el incremento la calidad y la productividad, en la siguiente figura se observa la espiral de mejora continua.

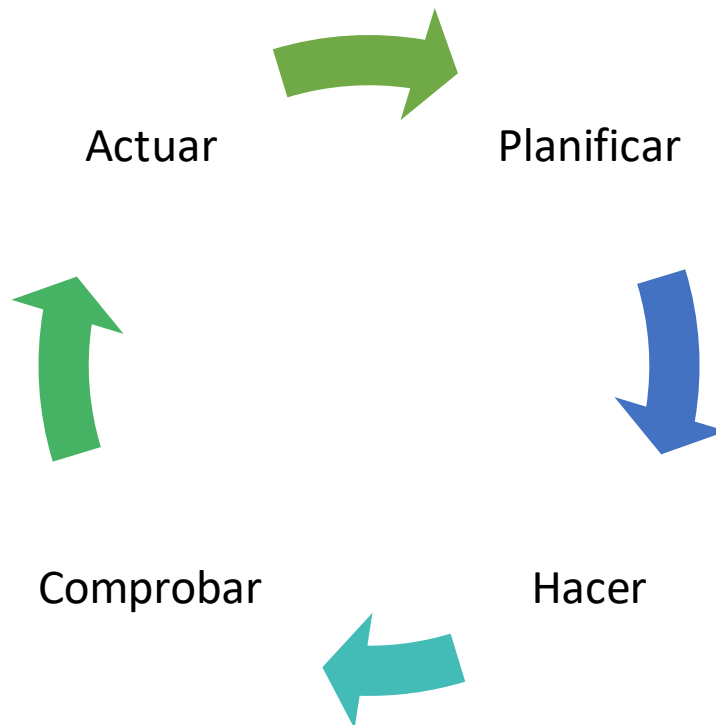


Figura 2.2 Ciclo PDCA

En la figura 2.2, se ilustra el ciclo Deming: planificar, hacer, comprobar, actuar. Este ciclo se basa en la subdivisión del trabajo en dos mandos: operarios e inspectores:

- 1. Planificar:** En esta etapa es donde la dirección debe tomar conciencia de la situación actual mediante la información con la que se cuenta. Con base en esto, realiza un plan de mejora. Dentro de la planeación se deben realizar las siguientes actividades:
 - Identificación de posibles mejoras y definir los objetivos.
 - Observar y documentar la situación actual con datos.
 - Analizar la situación actual y los datos obtenidos.
 - Identificar las posibles causas.
- 2. Hacer:** En esta etapa se lleva a cabo lo planificado y se busca llegar al objetivo definido mediante diferentes planes de acción.
- 3. Comprobar:** En esta etapa se debe medir para verificar cuantitativa y cualitativamente que las actividades que se realizaron o implementaron dieron el resultado esperado.
- 4. Actuar:** Esta etapa se debe tomar acción con base en lo que se comprobó en el paso anterior y así modificar y mejorar la actividad planeada, es en esta etapa en donde se entra en una etapa de prueba y error.

El ciclo PDCA permite anticiparse a las desviaciones previniendo que ocurran, desarrollar controles y medidas correctivas en caso de que ocurra alguna otra desviación. También nos permite crear una estructura en donde sea fácil identificar cómo actuar en cada circunstancia que se presente como se desglosa en la siguiente figura.

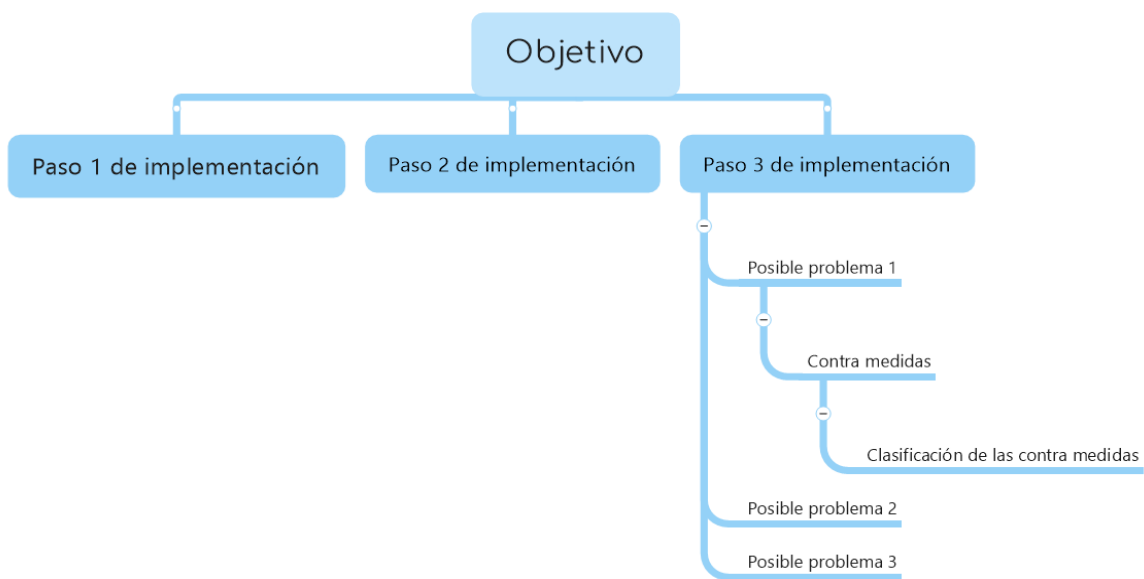


Figura 2.3 Esquema gráfico del ciclo PDCA

El ciclo PDCA se suele utilizar de acuerdo con el esquema de la figura 2.3, en donde el ciclo se emplea en la fase de planificación de un programa de mejora en el que existen pasos secuenciales de implementación para el objetivo, y dentro de cada paso pueden surgir posibles problemas que deben tener contra medidas o acciones, que a su vez deben ser clasificadas.

2.3 Cuadro de mando integral

El *balance score card* o cuadro de mando integral es una metodología o técnica de gestión que ayuda a las organizaciones a transformar su estrategia en objetivos operativos medibles y relacionados entre sí, facilitando los comportamientos de las personas clave de la organización, sus recursos se encuentren estratégicamente alineados. El cuadro de mando integral es un conjunto de indicadores históricos que permiten conocer el estado actual e histórico para poder crear estrategias concretas a mediano y largo plazo como se muestra en la siguiente figura.

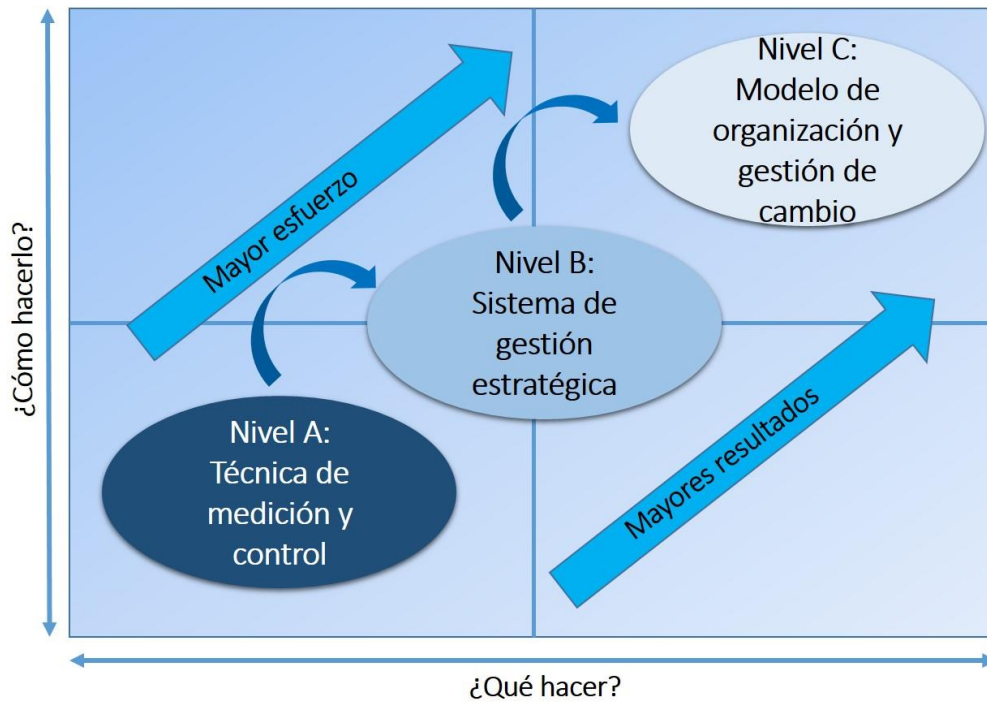


Figura 2.4 Modelos de implementación en el cuadro de mando integral

Como se observa en la figura 2.4, dentro de los modelos de implementación del cuadro de mando integral se pueden establecer tres niveles de impacto que son el nivel A, B y C, cada uno de ellos implica diferentes niveles de esfuerzo y cobertura de necesidades de gestión que se describen a continuación.

Nivel A técnica de medición y control: El objetivo es incorporar a los cuadros de mando financieros, indicadores no financieros relacionados a otro enfoque de gestión, por ejemplo, tendencias, procesos, innovación, etc. El responsable directo es el área funcional correspondiente (control de calidad, sistemas, recursos humanos, etc.). Este nivel es desarrollado por el área que se encarga del proyecto con escasa participación de las áreas funcionales y nivel directivo. En este nivel se deben diseñar los indicadores operativos que se medirán y se establecen puntos de control.

Nivel B sistema de gestión basado en la estrategia: El objetivo es llevar a cabo la implementación de la estrategia definida por la organización estableciendo mecanismos de gestión como seguimiento y retroalimentación que permitan medir el éxito o fracaso y tomar las decisiones oportunas. En este punto se debe alinear los recursos y presupuesto del proyecto con la estrategia establecida. El responsable es la gerencia o dirección y se tiene una elevada participación del equipo directivo y segundo nivel, así como de soluciones de tecnologías de la información en caso de ser necesarias. En este nivel se debe contar con un sistema de gestión basado en la estrategia y una priorización de recursos alineados con la asignación de responsabilidades.

Nivel C modelo de organización y gestión de cambio: Se busca implementar un modelo organizacional basado en el alineamiento de las personas clave que tenga flexibilidad ante las situaciones de cambio. La dirección general y mandos de primer nivel son los responsables y se tiene una elevada participación de su parte. Se busca lograr con una organización flexible, preparada ante los posibles cambios y orientada a la estrategia para lograr los objetivos estratégicos definidos.

2.4 Modelo canvas

Su nombre en inglés es *business model canvas* (BMC), fue desarrollada por el austriaco Alexander Osterwalter y es de utilidad para conceptualizar un proyecto o nuevos modelos de negocio en donde se permite orientar la toma de decisiones. El modelo canvas transforma las ideas en proyectos innovadores y competitivos. La forma de trabajarlo es un “lienzo” basado en la tendencia visual y *design thinking*, método para generar ideas innovadoras que centra su eficacia en entender y dar solución a las necesidades reales de los usuarios y permite crear un sistema visual accesible, legible y comprensible para todos, gracias al procedimiento lineal. Los bloques que forman parte de la matriz son:

1. Actividades clave
2. Socios clave
3. Recursos clave
4. Segmentos de mercado o clientes

5. Canales de comunicación
6. Relación con los clientes
7. El producto o propuesta de valor
8. Estructura de los costos
9. Fuentes de ingresos

Como se muestra en la siguiente figura, cada casilla está perfectamente identificada y diferenciada y se reparte en el lienzo de forma precisa. Esta disposición crea sinergias entre ellas y de aquí surge una estrategia visual y única para cada proyecto.



Figura 2.5 Matriz de canvas

En la figura 2.5 se observa la matriz con los nueve bloques interdependientes en donde se resume la información de un proyecto y permite destacar la perspectiva general de lo más relevante.

2.5.5 S y Estándares visuales

2.5.1 5 s

El método de las 5 s es una herramienta originada en Japón que se utiliza en el inicio de la implementación de programas de mejora y sirve principalmente para poner orden. El objetivo de esta metodología es crear hábitos de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo mejorando las condiciones de trabajo y de seguridad, el clima laboral, la motivación y la eficiencia. Esto dará como resultado una disminución de costos y un

incremento en la productividad. En la tabla 2.1 se muestra la palabra en japonés, la traducción en español y la descripción de cada una de las 5s partes de la metodología.

Tabla 2.1 Descripción de las 5 s

Japonés	Español	Descripción
<i>Seiri</i>	Clasificar	Separar por grupos o características, separar todo lo innecesario y eliminarlo
<i>Seiton</i>	Organizar	Acomodar de forma ordenada todos los elementos que quedan
<i>Seiso</i>	Limpiar	Conservar los espacios en condiciones limpias eliminando desechos
<i>Seiketsu</i>	Estandarizar	Establecer una rutina para llevar a cabo los 3 pasos anteriores
<i>Shitsuke</i>	Mantener	Construir autodisciplina y hábito de comprometerse en las 5 s mediante el establecimiento de estándares

El principal objetivo de esta técnica es que el operario debe ser capaz de tomar inmediatamente cualquier pieza o herramienta que usa comúnmente en su área de trabajo. Debe limpiar asegurándose que esté libre de suciedad día con día. Posteriormente se estandariza para finalmente mantener los primeros pilares y lograr que se sostengan los beneficios al convertir en hábito el mantenimiento apropiado de los procedimientos correctos. La última s está orientada a equipos en la que los directores y altos mandos juegan un papel crítico en la implementación para apoyar y supervisar la correcta ejecución de las 5 s. Los mejores programas de esta herramienta son aquellos que se auditan regularmente, se debe establecer un periodo de revisión diaria, semanal o mensual y dar recompensas simbólicas o reconocimiento al departamento que cumpla cada una. Como se ilustra en la siguiente figura, es un proceso cíclico que nunca termina.

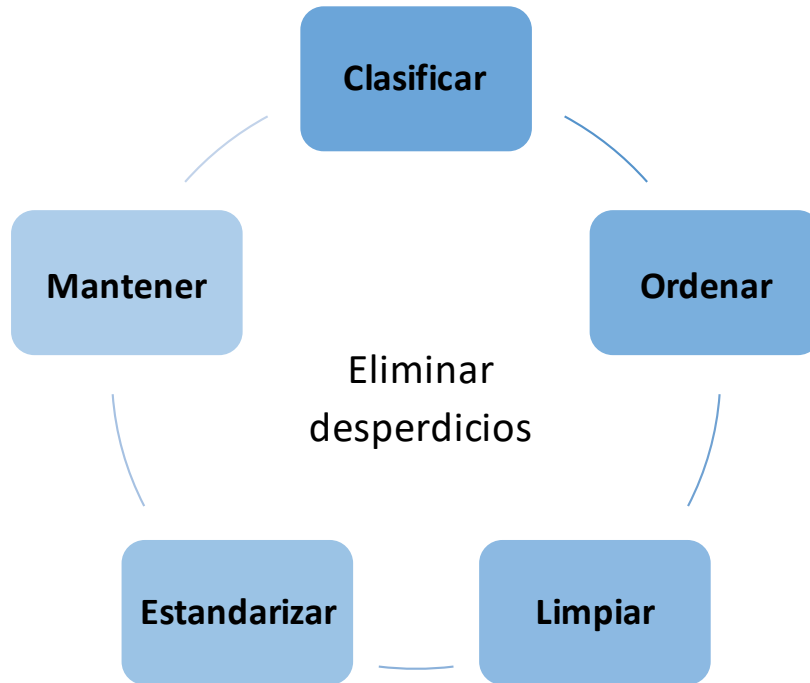


Figura 2.6 Diagrama 5 s

En la figura 2.6 se observan los eslabones que forman parte de las 5 s, los elementos en conjunto crean un proceso continuo de mejora del entorno de trabajo.

Las revisiones se inician observando e identificando las herramientas en el área de trabajo para separar lo que se necesita día a día para realizar las actividades, e identificar los desperdicios y clasificarlos en lo que se usa rara vez y lo que nunca se usa; se marca lo que se usa poco o nunca con etiquetas rojas y se retira del área de trabajo. Como parte del orden se crean ubicaciones permanentes para cada pieza o herramienta, a fin de saber cuántas se necesitan para apoyar al operario, finalmente se busca mantener y establecer una rutina que permanezca.

La implementación de la metodología tiene beneficios tales como:

- Menos reprocesos
- Menos movimientos y traslados innecesarios
- Menor nivel de existencias de inventarios
- Más espacio
- Comunicación más fluida
- Mayor motivación de los trabajadores
- Mejor identificación de los problemas
- Mayor compromiso y responsabilidad en las tareas

- Más cooperación y trabajo en equipo
- Más sugerencias e iniciativas de mejora

2.5.1.1 Los siete desperdicios

La habilidad de identificar los desperdicios en un proceso productivo requiere conocer cuáles son. En japonés se llama *muda* a los residuos o despilfarros definidos por el ingeniero Taiichi Ohno (Liker, 2020). A continuación, se describen los siete grandes tipos de desperdicios, es decir, aquellos que no añaden valor en los procesos de la empresa:

1. **Sobreproducción:** En la producción de artículos para los que no hay pedido, se generan desperdicios tales como sobre utilizar recursos, almacenar el exceso de materiales y generar costos de transporte por exceso de inventario.
2. **Esperas:** Se generan cuando se desaprovecha a los operarios haciéndolos vigilar máquinas automáticas o esperando el siguiente paso del proceso, la siguiente herramienta, el siguiente proveedor, la siguiente pieza, etc., o simplemente sin poder trabajar por falta de material, atrasos en el proceso de lotes, parada de equipos y cuellos de botella.
3. **Transportes:** Son movimientos innecesarios y tienen lugar cuando se desplaza el producto en proceso en largos recorridos, lo que crea ineficiencias del transporte, movimientos de materiales, piezas, artículos terminados hacia un o desde un almacén, o entre procesos.
4. **Sobre procesar o procesar incorrectamente:** Ocurre como consecuencia de la realización de pasos innecesarios para procesar las piezas, cuando se procesa ineficientemente debido a herramientas defectuosas o al diseño del producto y se causan movimientos innecesarios y producen defectos. También se genera desperdicio cuando se producen productos de una calidad más elevada a la requerida.
5. **Exceso de inventario:** El exceso de materia prima, de piezas en proceso o de piezas terminadas que causan tiempos de proceso más largos, obsolescencia, daños en los artículos, en costos de transporte e inventario y retrasos. Además, el exceso de inventario esconde otros problemas como producciones no equilibradas, retrasos en las entregas de los proveedores, defectos, paros en los equipos y largos tiempos de preparación de las máquinas.
6. **Movimientos innecesarios:** Cualquier movimiento inútil de los operarios mientras trabajan, como mirar, alcanzar, apilar, también caminar se considera desperdicio.
7. **Defectos:** La producción de piezas defectuosas o por reprocesar. Las reparaciones, chatarra, sustituciones e inspecciones que signifiquen desperdicio por movimiento, tiempo y esfuerzo.

En *Las claves del éxito de Toyota* (Liker, 2020), se menciona un octavo desperdicio identificado por Toyota: la creatividad de los empleados no utilizada debido a que se pierden

ideas, actitudes, tiempo y mejoras por no motivar o escuchar a los empleados. Esto no solo aplica para productividad sino ideas o propuestas de mejora que no son tomadas en cuenta.

2.5.2 Estándares visuales

Los estándares visuales son una herramienta clave para las actividades de mejora continua en el lugar de trabajo. Esta herramienta debe crearse de tal forma que desde la gerencia, mandos medios y operarios puedan entender de forma fácil y efectiva para realizar sus tareas diarias. Los sistemas de control visual tratan de mejorar el flujo del valor agregado.

El control visual hace referencia al diseño de la información justo a tiempo de todo tipo para asegurar la ejecución rápida y apropiada de las operaciones y procesos. El aspecto visual significa ser capaz de observar el proceso, una pieza del equipo, el inventario, la información o a un operario haciendo una tarea e inmediatamente identificar el estándar que se usa para ejecutarla y si hay una desviación de ese estándar. Una de las actividades tanto del control visual como de las 5 s es crear tableros con las plantillas de las herramientas para que los operadores sepan dónde deben colocarse. Del mismo modo tener indicadores visibles de los niveles mínimos y máximos de los inventarios, de la producción, entre otros, ayudará al director, a los mandos medios y a todos los trabajadores a observar si la gestión es adecuada. Gráficos y tablas bien diseñados que se actualicen diariamente pueden controlar visualmente la operación y los proyectos en las oficinas.

La metodología japonesa *mieruka* consiste en el sistema de control visual creado por Toyota y tiene la siguiente clasificación:

- 1. Identificación:** Nos dice “qué es”, busca crear eficiencia los identificadores visuales deben ayudar a minimizar el tiempo requerido para encontrar algo.
- 2. Información:** Se obtiene información importante en una ubicación como actualizaciones de alguna situación (pizarrones, tableros). Las señalizaciones que se utilicen deben ser dirigidos y específicos.
- 3. Instrucciones:** Diseñados para asegurar la consistencia operativa y ayudan a formalizar y estandarizar los procesos “fáciles”. Las instrucciones paso a paso deben ser visibles y que todos puedan seguirlas, líneas de paso y líneas de marcaje, señales normativas, etc.
- 4. Planeación:** Reportes y pizarrones con indicadores que se deben cumplir en un periodo de tiempo. Son un apoyo al seguimiento, avance y comunicación del plan diario.

Para diseñar un sistema de control visual se deben seguir 3 reglas básicas:

1. Hacerlo fácil de entender.
2. Hacerlo grande y fácilmente visible.
3. Hacerlo interactivo y flexible.

En la producción y procesos, sin las 5 s ni estándares visuales, se acumulan desperdicios a lo largo de los años tapando los problemas y convirtiéndose en una manera disfuncional pero aceptada de gestión. Existen diferentes herramientas asociadas con la producción *lean*, filosofía basada en el principio de eliminación de desperdicios y que no agregan valor al proceso a través de un enfoque en la mejora continua. Algunas herramientas visuales que normalmente se utilizan para hacer visibles o “sacar a la luz” las desviaciones del estándar y facilitar el flujo son *kanban* y *andon*, sistema de señales o luces utilizado para alertar de forma visual los problemas en un proceso.

2.5.3 Sistema *kanban*

El sistema *kanban* es uno de los aspectos de los sistemas JIT (*just in time*) más populares. Fue desarrollado por Toyota y en idioma japonés significa “tarjeta” o “registro visible”; este sistema hace mención a las tarjetas que se utilizan para controlar el flujo de una operación. Consiste en una serie de tarjetas que identifican a los productos a producir o procesar, generalmente cuentan con códigos de colores para ser más fáciles de identificar por los operadores a lo largo del proceso y así saber cuándo debe iniciar la producción o detenerla.

Cuando se aplica en el contexto de las prácticas *lean*, *kanban* es una herramienta visual para gestionar el flujo de información o de productos de trabajo. Esta herramienta es lo suficientemente flexible para ser introducida a un proceso existente, cualquiera que sea y sin tener la necesidad de reemplazarlo, es además, compatible con metodologías ágiles de proyectos. En la imagen se ilustra el funcionamiento de las tarjetas *kanban*.

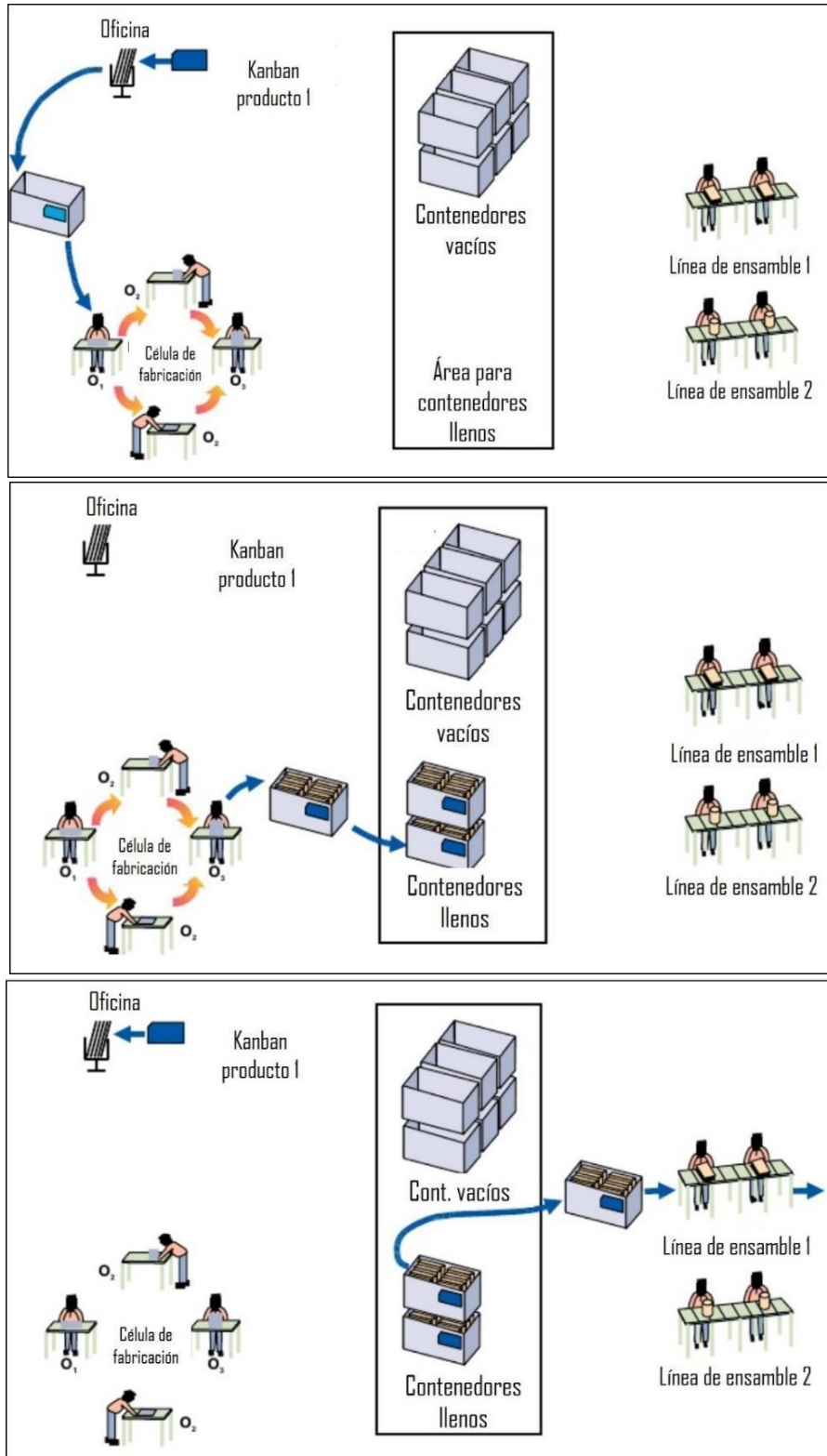


Figura 2.7 Funcionamiento del sistema kanban de una tarjeta

En la figura 2.7 se ilustra el funcionamiento de un sistema *kanban* con una sola tarjeta cuando una sola célula alimenta dos líneas de ensamble. Se coloca en cada contenedor a utilizar en la operación, éste contiene un porcentaje determinado de la cantidad requerida de ese producto, es decir, los requisitos diarios. Cuando el usuario de esas partes vacía todo un contenedor, la tarjeta se retira del mismo y se coloca en un depósito de recepción. El contenedor vacío es llevado se lleva al área de almacenamiento, la presencia de la tarjeta o *kanban* en el depósito indica que son necesarios más elementos para llenar otro contenedor. Una vez que éste se ha vuelto a llenar, la tarjeta se coloca en él y finalmente es devuelto al área de almacenamiento. El ciclo vuelve a empezar cuando el usuario de las partes recoge el contenedor con la tarjeta adjunta. Cuando una línea necesita más partes para procesar, la tarjeta *kanban* correspondiente a éstas se lleva a la oficina de recepción y un contenedor lleno de dichas partes se extrae del área de almacenamiento. En el depósito de recepción se acumulan las tarjetas para ambas líneas y se establece la secuencia que corresponderá a la producción de las partes de reabastecimiento.

2.6 Estudio de métodos, tiempos y movimientos

En el libro de introducción al estudio del trabajo (OIT, 2010), la Organización Internacional del Trabajo establece que el estudio del trabajo consta de dos técnicas que se complementan: el estudio de métodos y la medición del trabajo. La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándose según una norma de ejecución preestablecida. El tiempo total del proceso puede aumentar a causa de las malas características del modelo mismo, por el mal funcionamiento del proceso o por el tiempo improductivo añadido y debido a deficiencias de la dirección, a la actuación de los trabajadores. Todos estos factores tienden a reducir la productividad de la empresa.

El estudio del trabajo por medio de los métodos y movimientos en el lugar de trabajo está directamente relacionado con la productividad y se utiliza para mejorar la forma en que se realizan series completas de operaciones. Para realizar este estudio se deben corregir primero los métodos generales y posteriormente mejoras a detalle. Se busca suprimir los movimientos innecesarios que consumen mucho tiempo y los tiempos de inactividad dentro de la zona de trabajo. Para emprender un estudio a detalle de cómo un operario ejecuta una tarea sin moverse de su sitio, se debe verificar si la tarea es realmente necesaria y si se ejecuta de forma adecuada. Se aplica entonces la técnica del interrogatorio con los siguientes elementos:

- **Propósito:** Para asegurar que la tarea es necesaria.
- **Lugar:** Para asegurar que debe ejecutarse donde se realiza.

- **Sucesión:** Para asegurar que ocupa el lugar que le corresponde.
- **Persona:** Para asegurar que lo ejecuta la persona indicada. Una vez adquirida la seguridad de que no es posible combinar la tarea con otra operación, se puede proseguir el análisis y estudiar, con vistas a simplificarlos como sea posible.
- **Medios:** Empleados para ejecutar el trabajo.

Una vez que se ha realizado lo anterior se puede iniciar con la economía de movimientos, la cual está compuesta por diversos principios que son el resultado de la experiencia y constituyen una base para idear métodos mejores en el área de trabajo. Se clasifican en tres grandes grupos.

1. **Utilización del cuerpo humano:** Siempre que sea posible las dos manos deben comenzar y completar los movimientos a la vez, nunca deben estar inactivas ambas manos (excepto en los periodos de descanso), los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente y en direcciones opuestas simétricas, son preferibles los movimientos continuos y curvos a los movimientos rectos en donde hay cambios de dirección repentinos, el ritmo es esencial para una ejecución suave y automática en las operaciones repetitivas y, finalmente, el trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de límites cómodos y no sea necesario cambiar de foco con frecuencia.
2. **Distribución del lugar de trabajo:** Debe haber un sitio definido y fijo para todas las herramientas y materiales con el objetivo de que se adquieran hábitos, y deben estar colocadas donde se necesiten para no tener que buscarlos, deben usarse medios por gravedad y depósitos para que el material llegue tan cerca como sea posible, deben situarse dentro del área máxima de trabajo (en donde solo se deba estirar manos o brazos) y tan cerca del trabajador como sea posible, se deben usar eyectores que permitan solo dejar caer sin necesidad de usar las manos para despachar, la luz debe ser buena, tener una silla de tipo y altura adecuada para una buena postura y el color de la superficie de trabajo deberá contrastar con el de la tarea que se realiza para así reducir la fatiga de la vista.
3. **Modelo de máquinas y herramientas:** Se debe evitar que las manos estén ocupadas sosteniendo la pieza cuando esta pueda sujetarse con una plantilla, brazo o dispositivo accionado por el pie, siempre que sea posible deben combinarse dos o más herramientas, siempre que cada dedo realice un movimiento específico debe distribuirse la carga de acuerdo con la capacidad inherente de cada dedo, los mangos deben estar en mayor contacto con la mano, las palancas deben ubicarse para una manipulación con un mínimo de cambio en el cuerpo.

Estos principios representan el inicio de la facilitación de la disposición del lugar de trabajo. El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo que nos ayudará a registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para realizar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. El estudio de tiempos exige material fundamental, ya sea en forma análoga o digital.

- Cronómetro
- Tablero de observaciones
- Formulario de estudio de tiempos

El formulario de estudio de tiempos y movimientos exige el registro de numerosos datos (descripciones de los elementos, duración, notas explicativas). Se sugiere usar formularios impresos para poder seguir el método y evitar omitir algún dato esencial. Existen diferentes tipos de formularios para reunir datos como son los siguientes.

- **Primera hoja de estudio de tiempos:** En este formulario figuran datos esenciales sobre el estudio, los elementos en los que fue descompuesta la operación y los primeros ciclos del estudio.
- **Hojas siguientes:** Para los siguientes ciclos del estudio se conservan solo las columnas y casillas para continuar el estudio, este junto con la primera hoja del estudio son los de uso más común y son suficientes para casi todo tipo de estudios en general.
- **Formulario para ciclo breve:** Se utiliza para estudiar trabajos de ciclo breve. Posterior a reunir los datos, se emplean formularios para el estudio de los mismos.
- **Hoja de trabajo:** Para analizar los datos anotados durante el estudio y hallar tiempos representativos de cada elemento de la operación.
- **Hoja de resumen del estudio:** Donde se transcriben los tiempos, seleccionados o deducidos, de todos los elementos, con indicación de su respectiva frecuencia. Esta hoja permite resumir las notas tomadas, una vez llena se debe añadir al estudio.
- **Hoja de análisis de los estudios:** En esta se transcriben a partir de las hojas de resumen, los datos de los estudios efectuados sobre la operación independientemente de los autores o del momento en que se realizaron. Esta hoja sirve para compilar los tiempos básicos respecto a la operación.
- **Los suplementos por descanso:** Con frecuencia también se registran en una hoja especial.

2.6.1 Estudio de tiempos: selección y cronometraje del trabajo

2.6.1.1 Selección del trabajo

Al igual que en el estudio de métodos, lo primero que hay que hacer en el estudio de tiempos es seleccionar el trabajo que se va a estudiar. La selección rara vez se hace sin un motivo preciso, si el propósito del estudio es fijar normas de rendimiento, normalmente no se debería hacer mientras no se haya establecido y definido con un estudio de métodos la mejor forma de ejecutar el trabajo. El por qué, salta a la vista si no se ha buscado antes sistemáticamente el mejor método, siempre queda la posibilidad de que el propio trabajador o algún técnico encuentren un modo de obtener el mismo resultado con mucho menos trabajo. Además, las ventajas de la innovación pueden variar de magnitud y naturaleza según el momento, el trabajador asignado o el método que haya adoptado. Incluso puede ocurrir que la cantidad de trabajo exigida por el proceso u operación, aumente efectivamente más adelante si se encomienda a un trabajador menos idóneo al cronometrado que quizás aplique un método más laborioso que el seguido cuando se fijó el tiempo. Mientras no se haya encontrado, definido y estandarizado el mejor método, no estará estabilizado en la cantidad de trabajo que supone la tarea o proceso. No habrá manera de planificar los programas, y si el tiempo tipo influyen el cálculo de la remuneración, tal vez resulte antieconómico el costo de mano de obra de esa tarea o proceso.

Por otro lado, para el operador puede resultar imposible terminar dentro del tiempo asignado o bien, por el contrario, puede sobrar tiempo. En este último caso, muy probablemente reducirá su rendimiento hasta el límite en que le parezca que la dirección no va a iniciar averiguaciones sobre el acierto del tiempo tipo que se haya fijado. Aunque los contratos colectivos que prevén estudios del trabajo se suele incluir una cláusula que autoriza a modificar el tiempo de las tareas cuyo contenido de trabajo aumente o disminuya, y aunque la dirección podría, en teoría, invocar esta cláusula, tanto cuando es la responsable del cambio de contenido del trabajo como cuando lo es el trabajador, la modificación del tiempo tipo en esas circunstancias siempre da lugar a cierto descontento.

Si además, se hace con frecuencia, los trabajadores pronto perderán confianza en los especialistas del estudio del trabajo y también en la buena fe de la empresa, es por ello que hay que asegurarse primero que el método es bueno, no hay que olvidar que todo tiempo corresponde exclusivamente a un método bien determinado. Al elegir las tareas que se van a estudiar, surgen problemas que no dependen de la importancia que tienen esas tareas. Se plantean dificultades si en un lugar donde ya se aplica el sistema de trabajo a destajo los tiempos existentes para ciertas tareas, fijados por negociación o cálculo, son tan cortos que los trabajadores cobran horas extras y es seguro que una evaluación exacta de las tareas las hará bajar. Toda tentativa de modificar los métodos que lleve automáticamente a una

evaluación de los tiempos asignados, probablemente despierte gran resistencia y sería imprudente continuar los estudios. En tal caso, es preferible empezar por tareas donde sea evidente que el estudio de tiempos puede provocar un aumento en los ingresos de los trabajadores, aunque los trabajos sean menos importantes para el rendimiento general. Tal vez sea posible regresar después a las tareas difíciles, una vez demostrada y reconocida la integridad del especialista en el estudio del trabajo. Seguramente será necesario negociar el asunto con los representantes de los trabajadores y quizá haya que indemnizar a los posibles perjudicados. Pero si todos comprenden bien el motivo de los cambios, será posible llevar las negociaciones a buen término.

2.6.1.2 El estudio de tiempos y los trabajadores

La finalidad del estudio de métodos consiste en perfeccionar el método con que se efectúa una tarea y a nadie le cabe duda de que es una función del especialista en estudio del trabajo. Los operarios incluso quedarán agradecidos si se consigue evitarles fatigas. El propósito del estudio de tiempos en ocasiones no es tan claro, y si no se explica con especial cuidado puede ser objeto de interpretaciones completamente erróneas cuando se pueda escoger entre varios operarios, es mejor preguntar al supervisor, qué operador se debería analizar primero mencionando que debe ser alguien competente y constante. Deberá tener un rendimiento promedio o ligeramente superior y en ningún caso deberá ser una persona que por temperamento no pueda trabajar normalmente cuando siente que la observan.

Por otro lado, si existe la probabilidad de realizar el trabajo en serie, es importante que el estudio se base en varios trabajadores calificados. En la práctica del estudio de tiempos se hace la distinción entre los trabajadores llamados representativos y los calificados. Representativo es aquel cuya competencia y desempeño corresponden al promedio del grupo estudiado, lo que no coincide necesariamente con el concepto de trabajador calificado. Este último concepto tiene su importancia en el estudio de tiempos y se define como aquel trabajador que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad cantidad y calidad.

Al fijar tiempos tipo con el objetivo de calcular bonos al salario, deben ser de un nivel que pueda alcanzar y mantener un trabajador calificado sin exceso de fatiga. Como cada quien trabaja a su velocidad, los tiempos registrados deben ajustarse para determinar este nivel, aplicando los factores que dependen del criterio del especialista en el estudio del trabajo. La experiencia ha demostrado que las cifras exactas se sitúan alrededor de lo normal para un trabajador calificado. Observando a trabajadores lentos o no calificados o bien a los excepcionalmente rápidos se puede llegar a tiempos demasiado largos y holgados o muy cortos y ajustados y serán injustos para un trabajador promedio que más tarde probablemente pueda quejarse. Una vez seleccionado el o los operarios cuyo trabajo se

estudiará en primer lugar, el especialista en compañía del supervisor y del representante de los trabajadores deberá explicarle cuidadosamente el objeto del estudio. Se le pedirá que trabaje a su ritmo habitual ofreciendo las pausas que esté acostumbrado y se le recomendará que exponga las dificultades que tenga. Es importante convencer al supervisor de que no vigile en exceso al trabajador, hay operadores que experimentan verdadero pánico cuando los observa su superior.

Después de implantado un método nuevo, hay que dar al trabajador tiempo para habituarse antes de cronometrarlo. Se necesitan varios días e incluso algunas semanas de práctica, según la duración o complejidad de la operación antes de que el trabajo se pueda cronometrar. Tampoco debe utilizarse para medir el tiempo un trabajo hecho por operadores nuevos o recientemente asignados a la actividad.

Es importante la posición en que se coloca el especialista con relación al operario. Debe situarse de modo que pueda observar todo lo que hace el operario particularmente con las manos sin entorpecer sus movimientos ni distraer su atención. El tablero con los formularios de estudio de tiempos y el cronómetro debe estar en una línea de visión que permita ver la hora y anotar sin dejar de observar el trabajo estudiado. En las tareas repetitivas se nota fácilmente que los operarios trabajan a un ritmo que no es el suyo, porque no pueden regular tan uniformemente la duración de los ciclos una vez bien iniciada la operación. Si hay grandes variaciones en los tiempos de los ciclos y si no se deben a variaciones del material, herramientas o maquinaria, sólo pueden deberse al desempeño de los operarios. Cuando esto ocurra, el analista debe interrumpir el estudio y hablar con el supervisor. Cuando los aspectos técnicos ejercen gran influencia no es tan fácil descubrir quienes tratan de alargar el tiempo de una tarea a menos que el analista sea experto en la materia. Esto sucede particularmente en trabajos que requieren mucha destreza y que sean muy exactos como cortes, aun cuando el departamento de planeación de procesos haya especificado la velocidad y el avance. Es muy importante fijar con toda precisión el método y las condiciones de una operación antes de cronometrar. Un estudio de métodos bien hecho simplifica enormemente la fijación de los tiempos tipo.

[Etapas del estudio de tiempos](#)

Una vez elegido el trabajo que se va a analizar, el estudio de tiempos consta de ocho etapas.

1. Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
2. Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en elementos.

3. Examinar ese desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos y determinar el tamaño de la muestra.
4. Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronómetro, y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada elemento de la operación.
5. Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo tipo.
6. Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
7. Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
8. Determinar el tiempo tipo propio de la operación.

2.6.1.3 Obtener y registrar información

Antes de iniciar el estudio se debe registrar la información que se indica a continuación o con los datos aplicables. Se hace en la primera hoja de los formularios, los detalles del lugar de trabajo pueden registrarse con mayor rapidez y exactitud con una fotografía. Es importante registrar toda la información pertinente obtenida por observación directa en caso de que se deba consultar posteriormente. La información se puede agrupar de la siguiente forma.

- a. **Información para identificar el estudio:** Número de estudio, número de la hoja o número de hojas, nombre del especialista, fecha, nombre de la persona que autoriza el estudio.
- b. **Información para identificar el producto o pieza:** Nombre del producto, especificación, número de la pieza, material, condiciones de calidad.
- c. **Información para identificar con exactitud el proceso, el método, la instalación o la máquina:** Departamento, descripción de la operación o de la actividad, el número de la hoja de métodos o instrucciones, herramientas o dispositivos utilizados, maquinaria, velocidad y avance de la máquina u otros datos de la regulación que determinen el ritmo de producción y visto bueno por parte del supervisor.
- d. **Información para identificar al operario:** Nombre, número de empleado.
- e. **Duración del estudio:** Hora de inicio, hora de término, tiempo total transcurrido.
- f. **Condiciones físicas del trabajo:** Temperatura, humedad, buena o mala luz y además datos que no figuren en el *layout* del trabajo.

En caso de utilizar dispositivos electrónicos deberá considerarse utilizar toda esta información con un código de referencia.

2.6.1.4 Comprobar el método

Antes de emprender un estudio es importante comprobar el método empleado por el operario. Si el propósito del estudio es fijar un tiempo tipo, ya se habrá hecho el estudio de

métodos y se habrá establecido la hoja de instrucciones. En trabajos repetitivos de ciclo breve, como los efectuados en bandas transportadoras, los cambios de método probablemente sean más difíciles de descubrir porque frecuentemente se deben a que el operario mueve los brazos y manos en otra forma lo cual se puede observar solamente con aparatos especiales y no a simple vista.

2.6.1.5 Descomponer la tarea en elementos

Después de registrar todos los datos sobre la operación y el operario, se deberá descomponer la tarea en elementos. Un elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

El ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea y obtener una unidad de producción. Comprende a veces elementos casuales. El ciclo de trabajo empieza con el primer elemento de la operación o actividad y continúa hasta el mismo punto en una repetición de la operación o actividad. Después, empieza el segundo ciclo, y así sucesivamente. Es necesario detallar los elementos para poder separar el trabajo productivo de la actividad o tiempo improductivo, para evaluar la cadencia de trabajo con mayor exactitud de la que es posible con un ciclo íntegro y distinguir los diversos tipos de elementos para ocuparse de cada uno según su tipo, aislar los elementos que causan fatiga y fijar con mayor exactitud los tiempos de descanso, verificar más fácilmente el método de modo que sea evidente si se omiten o añaden elementos, hacer una especificación detallada del trabajo, extraer los tiempos de los elementos que se repiten a menudo, como el manejo de los mandos de máquina o quitar y poner piezas a fin de poder establecer datos tipo.

[Tipos de elementos](#)

Los elementos se dividen en ocho tipos:

- 1. Elementos repetitivos:** Son los que reaparecen en cada ciclo del trabajo estudiado, por ejemplo, recoger una pieza antes de la operación, colocar un objeto en una plantilla o colocar a un lado un artículo terminado.
- 2. Elementos casuales:** Son los que no reaparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares, por ejemplo, regular la tensión o recibir instrucciones del supervisor, estos elementos forman parte del trabajo provechoso y se incorporarán en el tiempo tipo definitivo de la tarea.
- 3. Elementos constantes:** Son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución es siempre igual, por ejemplo, poner en marcha la máquina, medir un diámetro, atornillar o colocar la broca en el mandril.
- 4. Elementos variables:** Son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso, como dimensiones, peso,

calidad, etc. Por ejemplo, aserrar madera a mano, el tiempo varía según la dureza y el diámetro; barrer el piso, depende de la superficie, llevar una pieza a otro taller, depende de la distancia.

5. **Elementos manuales:** Son los que realiza el trabajador.
6. **Elementos mecánicos:** Son los realizados automáticamente por una máquina o proceso a base de fuerza motriz, por ejemplo, dar forma a botellas de vidrio, prensar una chapa de carrocería de automóvil; la mayoría de las operaciones de corte en máquinas-herramientas.
7. **Elementos dominantes:** Son los que duran más tiempo que cualquiera de los demás elementos realizados simultáneamente, por ejemplo, mandriles una pieza y mientras tanto calibrar de vez en cuando, calentar agua y mientras tanto preparar la tetera y las tazas, revelar películas fotográficas y mientras tanto agitar la solución ocasionalmente.
8. **Elementos extraños:** Son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo, por ejemplo, desengrasar una pieza no acabada de trabajar en una máquina.

De estas definiciones se deduce claramente que los elementos repetitivos pueden ser también constantes o variables, o bien, que los elementos constantes pueden ser repetitivos o casuales e igualmente que los elementos casuales pueden ser constantes o variables y así sucesivamente porque las categorías establecidas no se excluyen mutuamente.

2.6.1.6 Delimitar los elementos

Hay algunas reglas generales para delimitar los elementos de una operación.

- Los elementos deberán ser de fácil identificación y de comienzo y fin claro, de modo que una vez fijados puedan ser reconocidos una y otra vez.
- Deberán ser todo lo breves que sea posible para poder cronometrarlos cómodamente.
- Dentro de lo posible, los elementos, sobre todo los manuales, deberán elegirse de manera que correspondan a segmentos naturalmente unificados y visiblemente delimitados de la tarea.
- Los elementos manuales deberán separarse de los mecánicos. Estos pueden calcularse a partir de los avances automáticos o las velocidades fijadas y servir para verificar los tiempos cronometrados.
- Los elementos constantes deberán separarse de los variables.
- Los elementos que no aparecen en todos los ciclos (casuales y extraños) deben cronometrarse aparte de los que sí aparecen.

- Los elementos deben comprobarse durante varios ciclos y consignarse por escrito antes de cronometrar.

Es importante dividir, definir y describir adecuadamente los elementos. La cantidad de detalles de la descripción depende de lo siguiente.

- Los trabajos que se hacen por lotes pequeños y a intervalos bastante largos necesitan descripciones menos detalladas de los elementos que la producción en gran serie por periodos prolongados.
- Los movimientos de un lugar a otro requieren generalmente menos descripción de los movimientos de manos y brazos.

2.6.1.7 Tamaño de la muestra

Para el muestreo se deben establecer los niveles de confianza y determinar el tamaño de la muestra o el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento. Se puede utilizar un método estadístico o un método tradicional. Con el método estadístico, hay que efectuar cierto número de observaciones preliminares (n) y luego aplicar la siguiente fórmula para un nivel de confianza de 95% y un margen de error de +/- 5%.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x^2} \right)^2 \quad (2.1)$$

Siendo:

n= Tamaño de la muestra que se desea determinar;

n´= Número de observaciones del estudio preliminar;

Σ= Suma de los valores;

X= Valor de las observaciones.

El método estadístico para determinar el tamaño de la muestra es fidedigno en la medida en que los supuestos establecidos son también fidedignos, es decir, que las variaciones constatadas en las observaciones son puramente aleatorias y no son causadas intencionalmente por el trabajador.

En la práctica, el método estadístico puede ser difícil de aplicar, ya que un ciclo de trabajo se compone de varios elementos. Como el tamaño de la muestra variará según las observaciones para cada elemento, es posible que se llegue a diferentes tamaños de muestra para cada elemento de un mismo ciclo, a menos que los elementos tengan el mismo promedio.

2.6.1.8 Cronometraje de cada elemento

Una vez delimitados y descritos los elementos, se puede empezar el cronometraje. Existen dos procedimientos principales para tomar el tiempo con cronómetro.

- 1. Cronometraje acumulativo:** El reloj funciona de modo ininterrumpido durante todo el estudio, se pone en marcha al principio del primer elemento del primer ciclo y no se detiene hasta acabar el estudio.
- 2. Cronometraje con vuelta a cero:** Los tiempos se toman directamente y al terminar cada elemento se regresa el segundero a cero y se pone nuevamente en marcha para cronometrar el elemento siguiente, este procedimiento tiene la ventaja de evitar errores en los cálculos y es tan preciso como el acumulativo si se utiliza un cronómetro electrónico.

2.6.1.9 El trabajador promedio

El trabajador promedio es una abstracción; si se estudia un gran número de personas, hay algunas características que se pueden medir como el desempeño de los operarios; si todos los trabajadores realizan la misma operación con los mismos métodos, en las mismas condiciones y sin ninguna circunstancia ajena a su voluntad, los tiempos que tardarían se distribuirían de forma normal. De esta forma está justificado decir que el tiempo promedio para realizar esta tarea es el resultado del tiempo medio de ejecución y ese sería el tiempo invertido por un trabajador calificado medio en llevar a cabo la tarea en dichas condiciones. Mientras mayor sea el grupo de los trabajadores, más tendencia tiene la curva a ser simétrica a un lado y otro de los valores máximos, a menos que intervengan circunstancias especiales tales como reubicación de los trabajadores más lentos o rápidos.

2.6.1.10 Valoración del trabajo y desempeño tipo

La medición del trabajo se utiliza principalmente para fijar tiempos tipo a las diversas tareas de la empresa con objetivos tales como la planificación, cálculo de costos o sistemas de bonos de desempeño. Al realizar el estudio, el analista tiene que disponer de algún medio para evaluar el ritmo de trabajo del operario que observa y situarlo con relación al ritmo normal. Este es el proceso que se denomina valoración del ritmo de trabajo, es decir, comparar el ritmo real del trabajador con cierta idea del ritmo tipo que uno se ha formado al ver cómo trabajan naturalmente los trabajadores calificados, este será el ritmo tipo al que se le atribuye el valor 100 en la escala de valoración recomendada. Se supone que un trabajador que mantiene el ritmo tipo y descansa de modo apropiado, tendrá un desempeño tipo durante toda la jornada. Ahora bien, aunque el ritmo tipo de trabajo sea el que da naturalmente un operador calificado promedio a sus movimientos, cuando tiene motivo para concentrarse en su trabajo es posible que se supere ese ritmo si así lo quiere, de modo que

los trabajadores pueden sobrepasar por momentos el ritmo tipo y otras se encuentran por debajo. En la tabla 2.2 se muestra la tabla que se utiliza para determinar el ritmo de trabajo.

Tabla 2.2 Escala para determinar el ritmo de trabajo
Fuente: Adaptación de un cuadro publicado por la Engineering and Allied Employers (West of England) Association, Department of Work Study, 1957

Esca	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable (km/h)
0 - 100		
0	Actividad nula	
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	3.2
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	4.8
100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	6.4
125	Muy rápido: el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del obrero calificado medio	8
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar largos periodos: actuación de <<virtuoso>> solo alcanzada por unos pocos trabajadores	9.6

El desempeño tipo se logra trabajando durante el turno a velocidades que den en promedio el ritmo tipo. En la figura se ilustra el tiempo productivo e improductivo, comparando dos trabajadores.

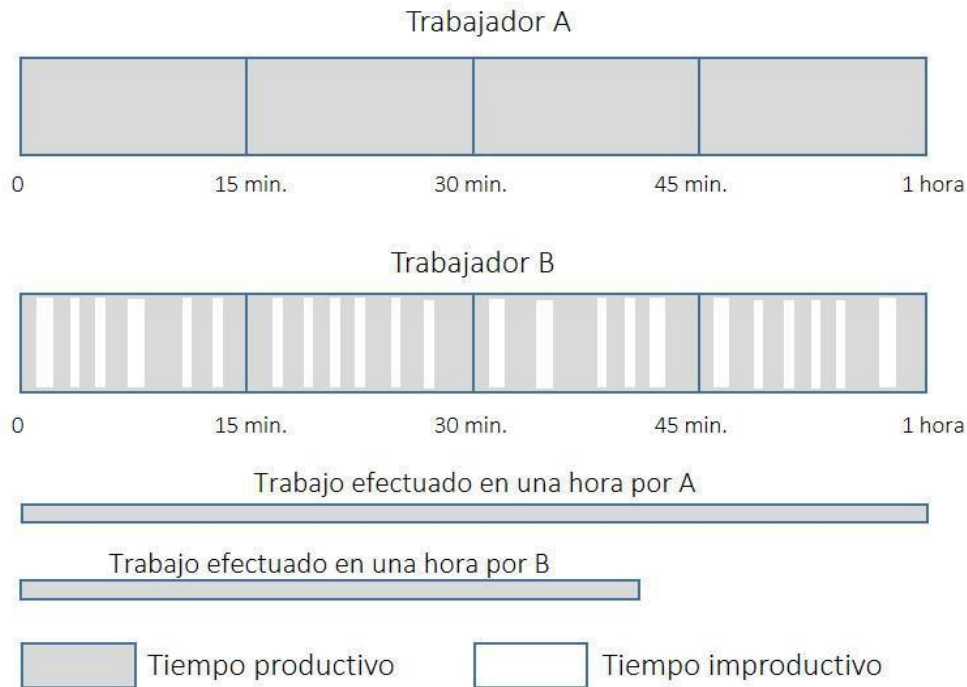


Figura 2.8 Efecto del tiempo improductivo en el desempeño
 Fuente: Adaptación de Organización Internacional del Trabajo, 2010

La figura 2.8 muestra los efectos del tiempo improductivo con la comparativa del trabajador A contra el trabajador B que tiene tiempos improductivos y sus actividades no son continuas a lo largo de una hora de trabajo a diferencia del trabajador A que su operación es continua.

El objeto de la valoración tiene como fin, determinar a partir del tiempo que invierte realmente el operario observado, cuál es el tiempo tipo que el trabajador calificado medio puede mantener y que sirva de base realista para la planificación, control y cálculo de bonos de desempeño. Lo que debe determinar el analista es la velocidad con que el operario ejecuta el trabajo en relación con su propia idea de velocidad normal. Un trabajador no calificado realiza muchos movimientos innecesarios que el trabajador experimentado ha eliminado con el tiempo. Lo importante es la velocidad útil de la operación y solo se logra valorar a fondo cuando se conocen las operaciones que se observan. Por otro lado, el esfuerzo y nivel de dificultad es algo que deberá determinarse a criterio gracias a la experiencia. Las actividades que exigen una actividad mental son las más difíciles de valorar y sin una amplia experiencia no se pueden valorar de forma correcta. Las variaciones del tiempo efectivo de un elemento dado se pueden deber a factores que dependen del operador o sean ajenos, entre estos últimos figuran las siguientes.

- Variaciones de la calidad o características del material utilizado.

- Mayor o menor eficiencia de las herramientas o equipo de trabajo.
- Pequeños cambios inevitables en los métodos o condiciones de ejecución.
- Variaciones en la concentración mental necesaria para ejecutar ciertos elementos.
- Cambios de clima o factores ambientales como luz o temperatura.

Estas variaciones pueden neutralizarse haciendo suficientes estudios para obtener información representativa de estas condiciones y mejorarlas. Algunos factores que dependen del operario son las siguientes.

- Variaciones aceptables de la calidad del producto.
- Variaciones debidas a su pericia.
- Variaciones debidas a su estado de ánimo.

Por lo tanto, se debe tener clara la idea del esquema de movimientos de un trabajador calificado, las variaciones que puede tener y adaptarlo a situaciones que se le presenten al trabajador. Cuando los elementos sean repetitivos se deberá estudiar la tarea a detalle y enseñar a fondo a los operarios los mejores movimientos para cada elemento. Se debe tomar en cuenta también que el ritmo óptimo de cada operario dependerá del esfuerzo físico que exija el trabajo, del cuidado con que deba hacerlo y de su formación o experiencia.

La valoración representa el desempeño tipo o estándar de un trabajador promedio que corresponde al valor 100%, si se realiza a una velocidad inferior a la normal, se aplicará un factor inferior a 100%, por ejemplo, 90% o 75%, según corresponda. Si, en cambio, el ritmo de trabajo es efectivo y superior a lo normal, se aplicará un factor superior a 100%, por ejemplo, 100%, 115% o 120%, generalmente se asignan valores en múltiplos de cinco. Para determinar la constante se multiplica el tiempo del operador promedio con su valoración.

$$T_o V_a = \text{cte (OIT, 2010)} \quad (2.2)$$

En donde:

T_o = Tiempo observado (minutos decimales)

V_a = Valor atribuido (%)

Cte= constante

En el ejemplo de la tabla 2.3, se observa que el tiempo observado varía, al ser elementos calificados con diferente valor, se obtiene el mismo valor constante. Al calcular el tiempo, el tiempo observado se multiplica por el valor atribuido al trabajador. El porcentaje, al ser multiplicado por el tiempo observado da la constante llamada tiempo básico (del elemento estudiado).

Tabla 2.3 Valor constante

Ciclo	Tiempo observado (minutos decimales)	Valor atribuido (%)	Constante
1	0.20	100	0.20
2	0.16	125	0.20
3	0.25	80	0.20

$$\text{Tiempo observado} \times \frac{\text{Valor atribuido}}{\text{Valor tipo}} = \text{Tiempo básico} \quad (2.3)$$

El tiempo básico representa el tiempo que se invierte en ejecutar el elemento si el operario trabaja al ritmo tipo en vez de hacerlo a una velocidad mayor observada. En la práctica el valor constante pocas veces es el mismo a través de los diferentes cronometrajes por razones como variaciones en el contenido de trabajo de cada elemento, inexactitudes en la anotación, registro o valoración y variaciones por redondeo de valores. Es de suma importancia que el elemento se valore cuando se ejecute el elemento y apuntarla antes de cronometrar, de lo contrario se corre el riesgo de que los tiempos y valoraciones anteriores influyan en la apreciación. Otra forma de obtener la constantes es a través del cálculo del tiempo que se deberá ocupar en hacer la operación, obtenida de las tablas de los tiempos predeterminados (MTM), desglosando los elementos y sumando el valor correspondiente a cada movimiento.

2.7 Histograma de frecuencias

El histograma de una distribución de frecuencias basadas en datos cuantitativos se asemeja a una gráfica de barras que muestra la distribución de datos cualitativos. Las clases se señalan en el eje horizontal y las frecuencias de clase en el eje vertical. Las frecuencias de clase se representan por medio de las alturas de las barras. El eje horizontal representa todos los valores posibles y las barras se colocan de forma adyacente para que muestren la naturaleza continua de los datos. El histograma proporciona una representación visual de una distribución de frecuencias de fácil interpretación, permite tener una vista rápida de las principales características de los datos (máximos, mínimos, puntos de concentración, etc.). Además, posee la ventaja de describir cada clase como un rectángulo, en el que la barra de altura representa el número de elementos que hay en cada clase.

2.8 Gráfico de control

La calidad de un producto es inversamente proporcional a la variabilidad que presentan sus características de calidad. El control estadístico de procesos (CEP) es una herramienta de mejora continua que mide la calidad de un producto. Hace uso de gráficos de control, que representan el comportamiento de un proceso, anotando sus datos ordenados en el tiempo. El objetivo principal de un gráfico de control es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Así, es posible distinguir entre variaciones por causas comunes y especiales (atribuibles), lo que ayudará a caracterizar el funcionamiento del proceso y decidir las mejores acciones de control y de mejora. Con esta herramienta se consigue minimizar el tiempo que transcurre desde que se produce un desajuste hasta que se detecta. Por otro lado, al graficar las observaciones, es visible la variación del proceso. Se espera encontrar los valores de la característica de calidad dentro de los límites de control, que se sitúan a una distancia de tres desviaciones estándar de la media.

Existen diferentes tipos de gráficos de control, como, por ejemplo, los gráficos para promedios y rangos, o los gráficos para defectos, los dos primeros son los que se graficaron en este análisis. La base estadística de los diagramas de control ilustrado en la siguiente figura es que si el rango está distribuido normalmente y se conocen μ_R y σ_R se puede usar la distribución normal para definir los límites de control. Si no se conocen, se deben estimar a partir de muestras preliminares, tomados cuando se considera que el proceso está bajo control. El mejor estimador de la media μ_R es el promedio de todos los rangos de las n muestras, $LC=R$.

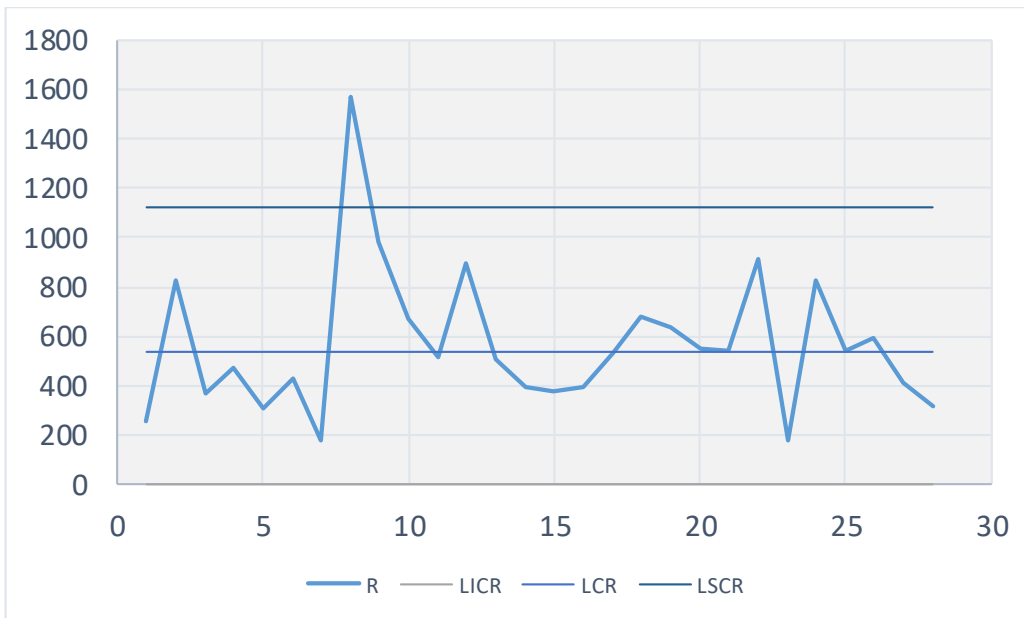


Figura 2.9 Gráfico de control

En la figura 2.9 se ilustra un diagrama de control R y los elementos que lo conforman, se observa visualmente aquellos picos que se encuentran fuera de los límites superior e interior.

Gráfico X_{pr}

Son valores que se calculan a partir del conocimiento de la variación de un proceso, de tal forma que entre éstos caiga el estadístico que se grafica mientras el proceso permanece sin cambios importantes. Los límites de control están determinados por la media y la desviación estándar que se grafica mediante la expresión $\mu \pm 3\sigma$. En el caso del gráfico de medias, el estadístico es la media de los subgrupos, \bar{x} , los límites están dados por la siguiente ecuación (Gutiérrez, 2009).

$$\mu_{\bar{x}} \pm 3\sigma_{\bar{x}} \quad (2.4)$$

Donde $\mu_{\bar{x}}$ representa la media de las medias, y $\sigma_{\bar{x}}$ la desviación estándar de las medias. Cuando ya se conocen la media, μ , y la desviación estándar del proceso, σ , los límites para el gráfico de medias están dados por las siguientes ecuaciones.

$$LCS = \mu + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.5)$$

$$\text{Línea central} = \mu \quad (2.6)$$

$$LCS = \mu - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.7)$$

Gráfico X-R

Son gráficos realizados para el seguimiento estadístico, permiten detectar la variabilidad, consistencia, control y mejora de un proceso productivo. Diagramas para variables que se aplican a procesos masivos, en donde en forma periódica se obtiene un subgrupo de productos, se miden y se calcula la media y el rango R

Se compone de los elementos siguientes:

- Límite de control superior (LCS), o tolerancia máxima.
- Límite de control inferior (LCI), o tolerancia mínima.
- Valor nominal (VN) o promedio de las tolerancias mínimas y máximas.
- Variables de medición, que suelen ser puntos de medición por reloj comparador, o puntos de medición por máquina tridimensional.

2.9 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo

análisis y, de esta forma, evitar el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. Existen tres tipos básicos de diagramas de Ishikawa, los cuales dependen de cómo se buscan y se organizan las causas en la gráfica, para el caso de estudio se utilizará el método de las 6 M que se ilustra en la siguiente figura.

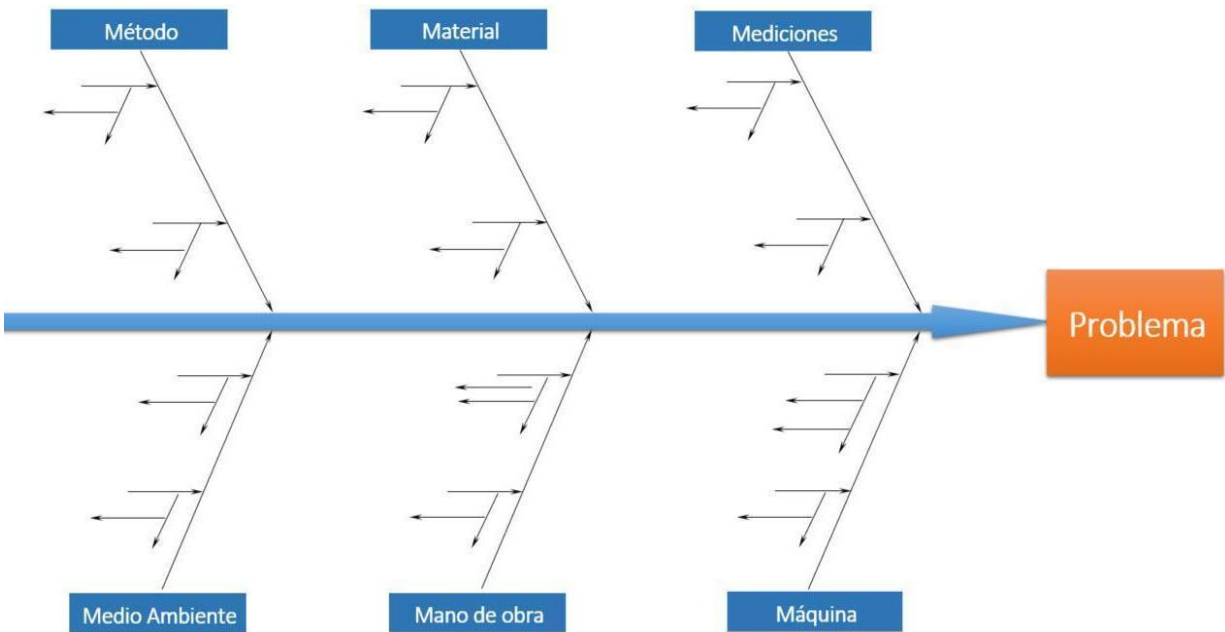


Figura 2.10 Diagrama de Ishikawa 6 M

En la figura 2.10 se muestra la estructura del diagrama de Ishikawa de las 6 M, es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales: métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente.

2.10 Cursograma analítico

El cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que le corresponda. Existen tres tipos de cursogramas:

1. **Cursograma de operario:** Diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.
2. **Cursograma de material:** Diagrama en donde se registra cómo se manipula o trata el material.
3. **Cursograma de equipo:** Diagrama en donde se registra cómo se usa el equipo.

El cursograma analítico que se muestra en la figura utiliza los siguientes símbolos.

Operación ○

Inspección □

Transporte →

Espera D

Almacenamiento ▽

Cursograma analítico			Operario/Material/Equipo		
Diagrama Num:	Hoja Núm: de	Resumen			
Objeto:		Actividad	Actual	Propuesta	Economía
Actividad:		Operación			
Método: Actual/Propuesto		Transporte			
Lugar:		Espera			
Observaciones:	Ficha núm:	Inspección			
Nivel de dificultad:		Almacenamiento			
Compuesto por:	Fecha:	Distancia (m)			
Aprobado por:	Fecha:	Tiempo (min-hombre)			
		Costo - Mano de obra - Material			
		Total			

Figura 2.11 Cursograma analítico

En la figura 2.11 se muestra el cursograma analítico, este diagrama es importante porque es eficaz para perfeccionar el método, con la representación gráfica se obtiene una visión general de lo que sucede, los gráficos ilustran con claridad la forma en que se efectúa un trabajo aun cuando los operadores no estén al tanto de las técnicas de registro, los detalles del diagrama deben obtenerse por observación directa y a medida que se observa el trabajo, también deben confirmarse con el supervisor, esta confirmación tiene el propósito de verificar la corrección de los datos y poner de relieve la importancia de la contribución del supervisor. Los cursogramas basados en operaciones directas sirven de referencia y llevan campos como el nombre del producto, material, equipo u operador representado con el número del dibujo o una clave, el trabajo o proceso que se realice, el lugar donde se efectuó la operación, la fecha y la clave de los símbolos empleados.

2.11 Diagrama de espagueti

El diagrama de espagueti indica la distribución del área con los trazos que siguen los operadores para observar de forma más visual el recorrido que efectuaron. Este diagrama sirve para examinar el camino seguido por los operadores en una serie de actividades que posiblemente no estén organizadas de forma conveniente. Es fácil de identificar distancias

de piezas y personas en el taller. El nombre proviene del resultado final que parece un plato de espagueti como se ilustra en la figura 2.12.



Figura 2.12 Diagrama de espagueti
Fuente: Weber, 2020

2.12 Diagrama de Gantt

Es un diagrama de barras que representa la información del cronograma con la lista de actividades en el eje vertical, las fechas en el eje horizontal y las duraciones de las actividades se representan en forma de barras colocadas en función de las fechas de inicio y de finalización como se ilustra en la figura 2.13. Los diagramas de barras son sencillos de leer y se utilizan frecuentemente en presentaciones a la dirección.

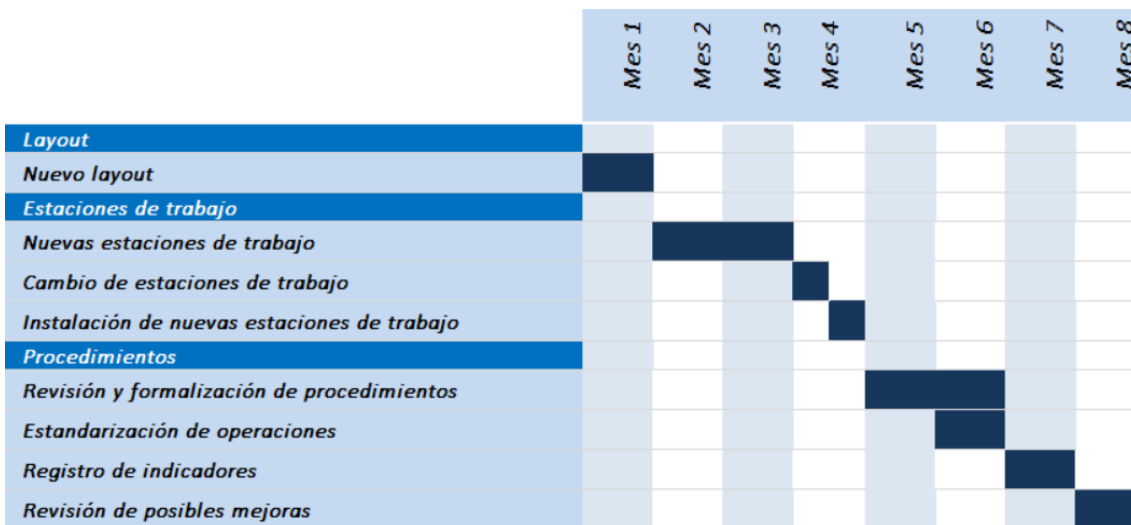


Figura 2.13 Diagrama de Gantt

Capítulo 3 Metodología

La metodología está dividida en 3 niveles principales, como se muestra en la figura. Estos niveles son:

1. Diagnóstico
2. Obtención de datos
3. Análisis

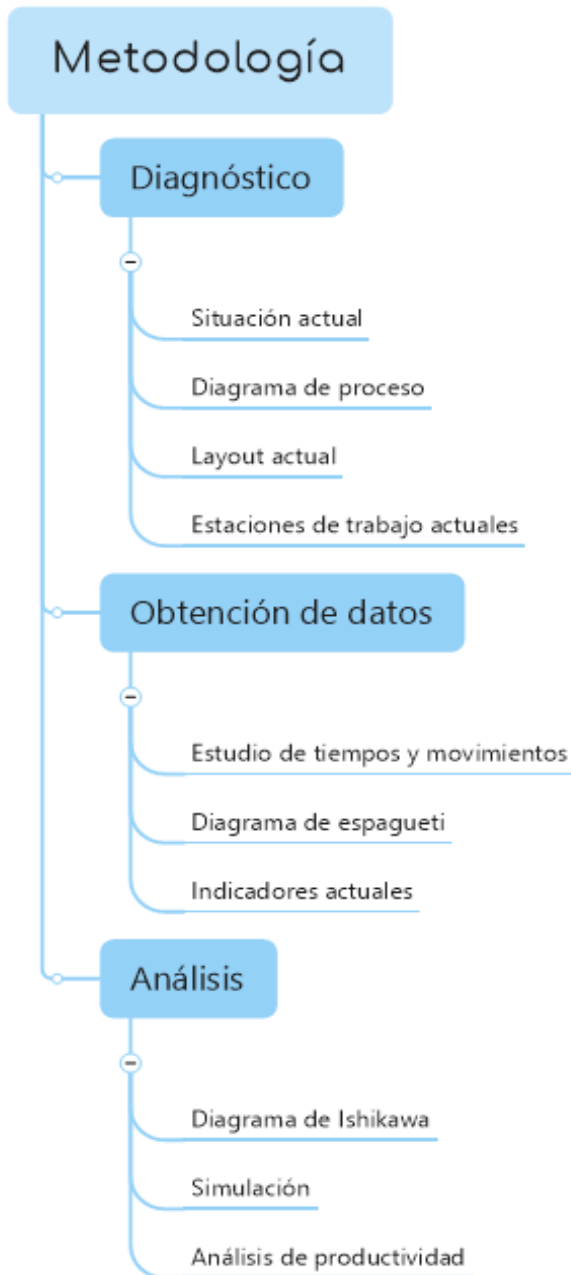


Figura 3.1 Diagrama de la metodología

En la figura 3.1 se ilustran los niveles de los estudios y análisis que se llevaron a cabo en el presente proyecto, desde la detección de la situación actual hasta los estudios posteriores de tiempos y movimientos del proceso, indicadores actuales y recorridos de los operadores para posteriormente realizar el análisis utilizando herramientas como diagramas y simulación. Esta metodología es la base de las mejoras propuestas de mejora.

3.1 Diagnóstico

3.1.1 Situación actual

La ubicación en donde se desarrolla el proceso de estudio es un centro de distribución de 60,000 m² dedicado a procesar mercancía de *retail* de una tienda comercial. Este proceso pertenece al área de mercancía importada, en donde se recibe la mercancía proveniente de aduana, se etiqueta con precio de venta y se distribuye a los diferentes puntos de venta o tiendas; ambos procesos se realizan de forma manual con soporte de radiofrecuencias que utilizan el sistema de administración de almacén. Para poder llevar a cabo un diagnóstico adecuado, se

requiere conocer la estructura organizacional del almacén en donde se realizará el trabajo que se muestra en la figura.

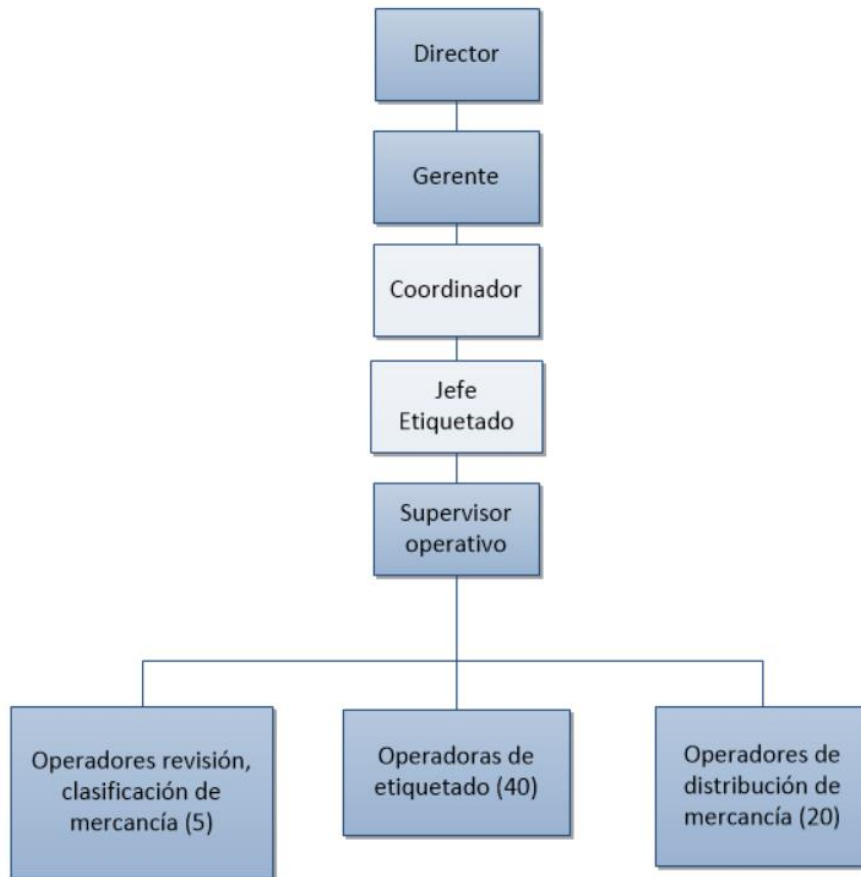


Figura 3.2 Organización del área operativa

La estructura de la empresa en donde se lleva a cabo este trabajo se muestra en la figura 3.2. En la estructura matricial se observan todos los involucrados incluyendo a la dirección y gerencia quienes tienen la función de autorizar y reportar los resultados del proyecto. El departamento de etiquetado tiene un jefe operativo, un supervisor operativo, cinco operadores de revisión y clasificación de mercancía y 40 operadoras de etiquetado que están organizadas en células o equipos de trabajo de cuatro. Los equipos son de hasta seis personas, que trabajan en mesas; cada mesa tiene una líder de equipo que se encarga de llevar el control de las piezas procesadas.

Se realizó un recorrido en el centro de distribución en donde se observó el desorden en el área, algunos hallazgos importantes visibles fueron pasillos y salidas de emergencia obstruidos, equipo de trabajo fuera de su lugar, actividades no estandarizadas en las estaciones de trabajo, carga incorrecta de las cajas, entre otros.

Como herramientas de trabajo utilizan hojas de papel impresas como tarjetas *kanban*, plumas, marcadores y pistolas de etiquetado, se observan algunos artículos que no requieren para realizar sus actividades como basura, botellas de agua, envolturas, entre otros. La falta de estandarización y orden es visible durante las caminatas en el área. También, al observar la ejecución de las tareas de las operadoras, es notable que inician realizando una tarea y sin haberla terminado se desplazan para iniciar otra actividad teniendo la posibilidad incluso de detenerse a voluntad deteniendo el flujo de la operación.

Como parte de la ergonomía, se identificó una manipulación inadecuada de las cajas y que se encuentran apiladas a alturas mayores a 1.90 m dificultando tomarlas, al ser un trabajo repetitivo podría repercutir en daños de espalda a largo plazo. Se detectó también incumplimiento a normas oficiales mexicanas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), por lo que se atenderán dichos problemas ya que no solo pueden causar problemas de salud al personal, sino la suspensión de labores del almacén si se llega a tener alguna auditoría. Las normas que se incumplen son:

- NOM-036-1-STPS-2017 que establece los factores de riesgo ergonómico en el trabajo-identificación, análisis, prevención y control. Parte 1 manejo de carga (DOF, 2017). Menores de 18 años y mujeres no podrán llevar, transportar, cargar, arrastrar o empujar manualmente, y sin ayuda mecánica, cargas superiores a los 20 kilos.
- NOM-006-STPS-2014 Manejo y almacenamiento de materiales-Condición de seguridad y salud en el trabajo (DOF, 2014).

Algunas de las características y particularidades del proceso actual que se identificaron tanto durante los recorridos como en entrevistas al personal son:

- El personal del proceso son mujeres.
- El orden, acomodo y limpieza del lugar de trabajo y de los materiales es responsabilidad de cada célula de trabajo.
- El personal desconoce el incumplimiento que están haciendo a varios de los apartados de las normas oficiales mexicanas.
- Obstrucción de espacios y rutas de evacuación.
- Realizan recorridos largos para trasladar el material y cajas de la mercancía.
- No existen compensaciones o incentivos extras en el salario por alta productividad.
- La productividad se mide por equipo.
- Hay inconformidades acerca de la carga de trabajo individual.
- Tiempos de espera prolongados derivados del proceso anterior.

- Las estaciones tienen una altura de 95 cm, algunas operadoras trabajan de pie y otras en bancos altos de 90 cm no ergonómicos.
- No realizan calentamiento.
- No cuentan con equipos para manipulación de las cajas en donde se coloca la mercancía procesada.
- Las células o equipos de trabajo no tienen una cantidad fija de integrantes.
- El rol de las tareas de las integrantes no se encuentra definido, pueden cambiar de lugar o rotar a criterio.
- Para realizar su actividad pueden estar de pie o sentadas en una silla alta al nivel de la mesa.

En la figura se observa el flujo del proceso que inicia con la mercancía sin procesar, posteriormente se coloca la etiqueta y se acomoda en las cajas.

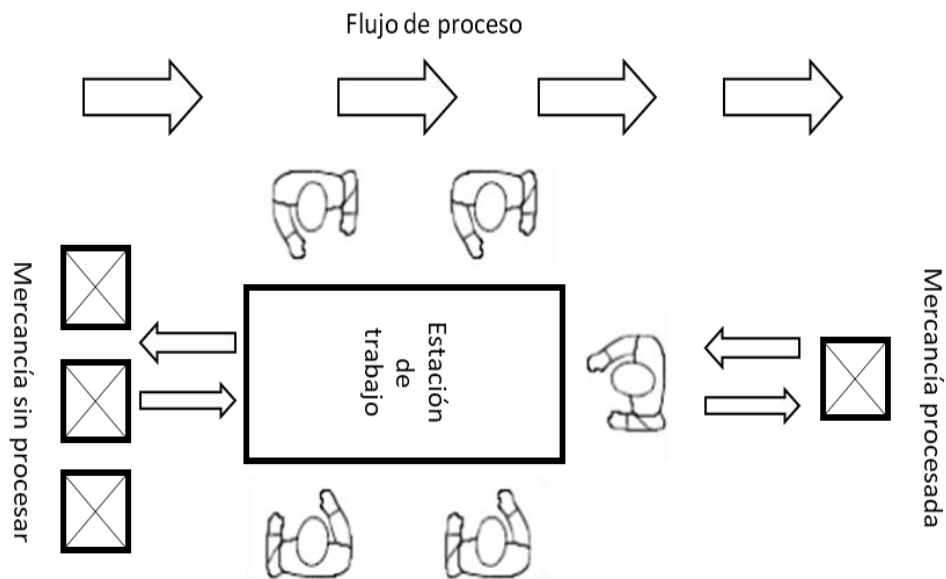


Figura 3.3 Estación de trabajo colaborativa actual

En la figura 3.3 se representa una estación de trabajo, el equipo está conformado por cinco integrantes. Cuando la mercancía sin procesar inicia el flujo, se debe separar, esta fase no está estandarizada, hay equipos que “avientan” la mercancía completa de la caja al centro de la mesa y toman el producto, otros equipos asignan a una persona para separar y otros tantos van tomando el producto de la caja pieza por pieza o a veces de tres en tres, atravesándose unas con otras hasta finalizar la operación. La única actividad que se encuentra dividida es el conteo final de piezas que debe realizar durante un solo día la misma persona y colocar un *kanban* en la caja para que las operadoras del siguiente proceso

identifiquen cuántas piezas tiene cada caja. Finalmente durante una conversación con los supervisores y el jefe del área comentaron que se tienen altos registros en horas extras pagadas a las operadoras, revisando los registros con el área de administración, el año anterior se pagaron \$2'800,000 en horas extras.

3.1.2 Diagrama de proceso actual

En la figura se representa gráficamente el flujo del proceso de la mercancía que se elaboró en borrador, durante los recorridos que se realizaron y se corrigió posteriormente.

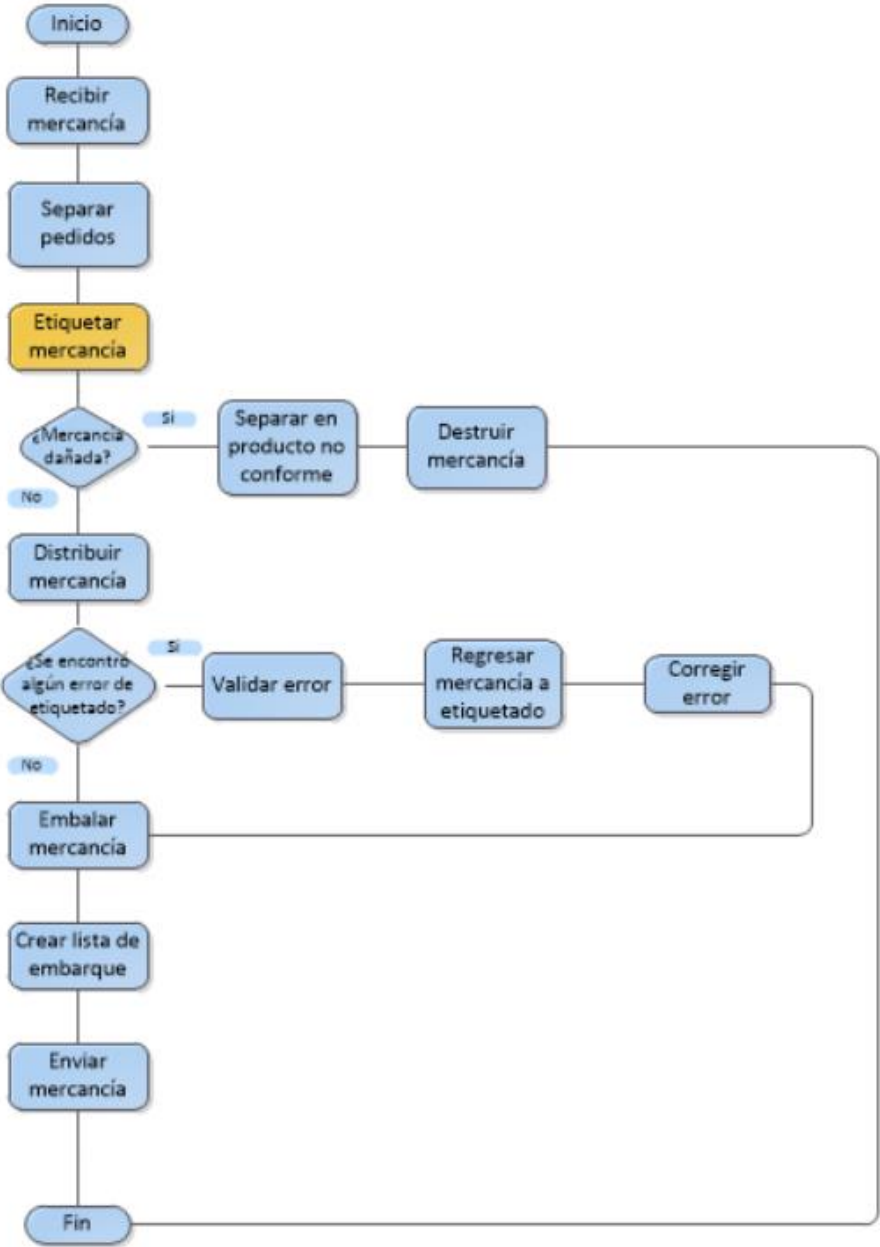


Figura 3.4 Diagrama de proceso de etiquetado de mercancía

En la figura 3.4, como se muestra, el proceso inicia con la recepción de la mercancía y la separación de pedidos. La mercancía dañada se separa como producto no conforme, se acumula para destruirse, posteriormente se realiza el etiquetado del producto, el cual se subdivide en diversas tareas que dan como resultado final un producto con etiqueta de precio de dos tipos: adherible o colgada con pistola para etiquetar. Se coloca en una tarima apilada con otras cajas hasta completarla y se traslada al área de distribución en donde se divide de acuerdo a las cantidades asignadas para cada tienda, en caso de encontrarse algún error de etiquetado se verifica el equipo que etiquetó, se regresa para que lo corrijan. Finalmente se traslada al área de envíos para su salida.

3.1.3 *Layout actual*

El área de etiquetado mide 330 m², la ubicación de las mesas de trabajo que se utilizan para el etiquetado, las sillas que utilizan algunas operadoras, así como las tarimas que utilizan para colocar las cajas de mercancía terminada y las cajas vacías, lo modifican las operadoras sin restricción alguna.

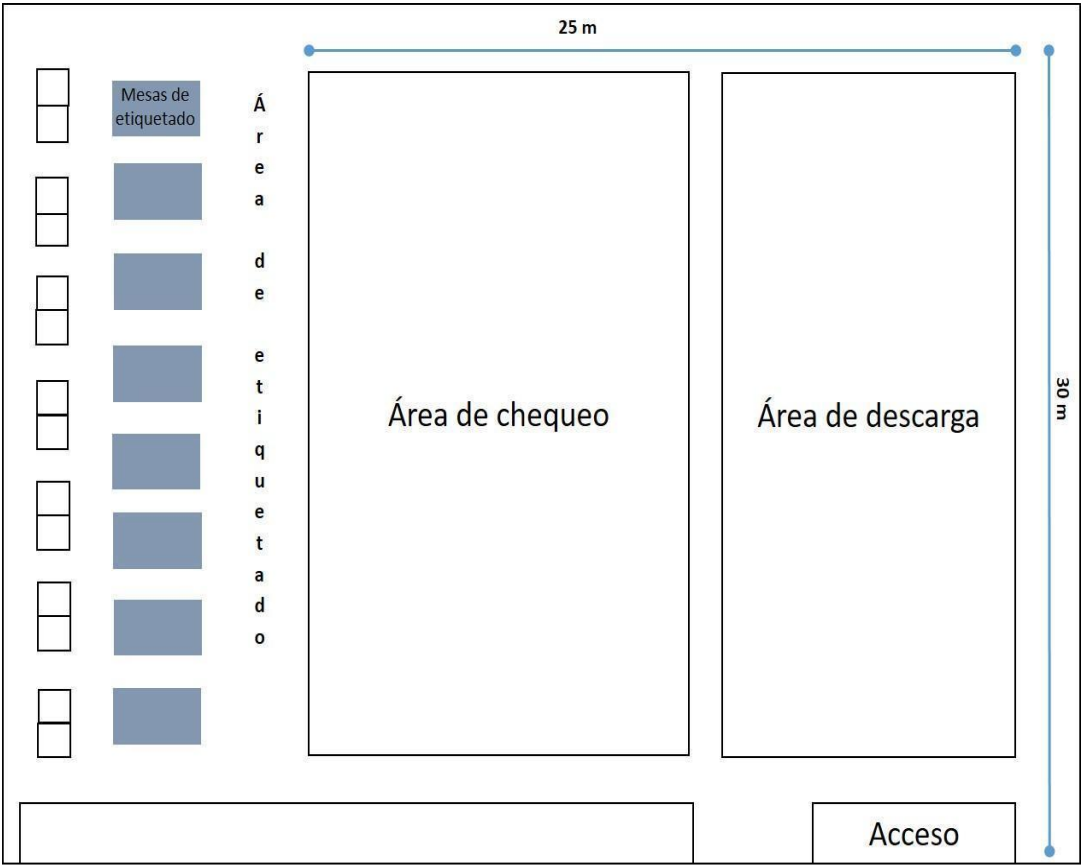


Figura 3.5 *Layout completo del proceso de estudio*

En la figura 3.5 se observa el *layout* del área, dentro de la distribución se encuentra el área de descarga, chequeo y área de etiquetado. Cabe mencionar que el área no está delimitada por marcajes en el suelo ni cuenta con estándares visuales para identificar el espacio asignado para cada actividad.

3.1.4 Estaciones de trabajo actuales

El personal está distribuido en equipos o mesas de trabajo de cinco y en ocasiones seis integrantes cada una, todas las operadoras son de sexo femenino. En total hay ocho mesas de trabajo como se observa en la figura y en temporada alta se colocan de dos a cuatro mesas adicionales en la misma área.

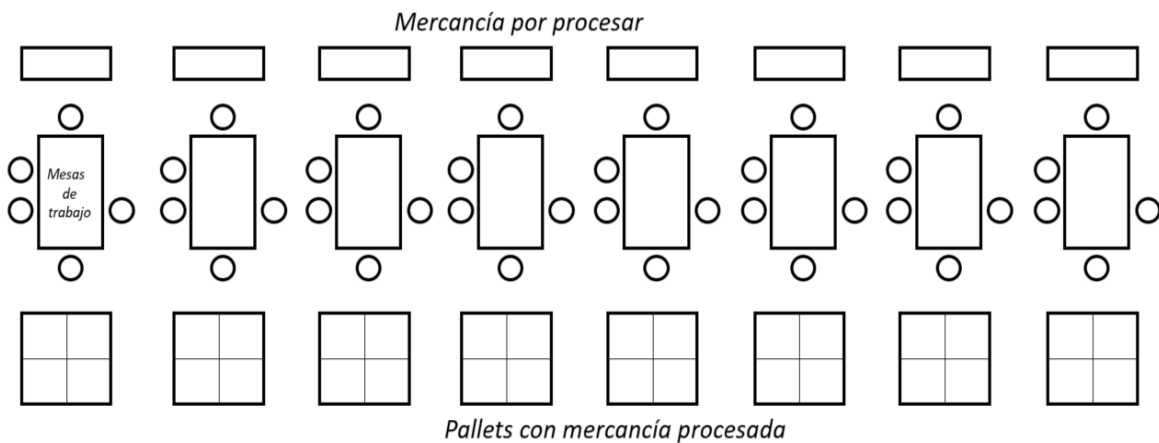


Figura 3.6 Layout del subproceso

Como se muestra en la figura 3.6, el área está compuesta por ocho mesas colectivas de trabajo que se encuentran distribuidas en línea recta una al lado de la otra. En las estaciones de trabajo no existe una estandarización para trabajar de pie, recargadas o sentadas, algunas de las operadoras utilizan sillas que están a la altura de la mesa que utilizan si se llegan a cansar. El material de trabajo es guardado en cajas plásticas o de cartón sin identificación debajo de las mesas. En algunas de las mesas las operadoras han adaptado aros con cinta adheridos a las patas y ahí colocan sus botellas de agua. Como mesa de apoyo al lado de la mesa de trabajo utilizan tres cajas apiladas que utilizan para poner su material: pistola de etiquetado, marcador, papeletas y hojas de pedido.

3.2.1 Productividad actual

Con la medición de la productividad se busca obtener una métrica individual que permitirá medir el desempeño de cada operadora durante una jornada de trabajo. Este dato además de analizarse se utilizará para realizar una comparativa antes y después de las mejoras implementadas. Para medir la productividad actual se realizó la medición diaria de una mesa

o estación de trabajo conformada por cinco operadoras durante dos meses, en total 61 días y 305 muestras. Para realizar esta medición se les pidió a las operadoras continuar trabajando de manera normal, se les proporcionó un formato para que apunten la cantidad de piezas a las que les colocaban la etiqueta y al final del día entregaban este formato para poder realizar el recuento diario de cada una durante el periodo asignado.

La productividad requerida actualmente por mesa es de 6000 piezas por día, alrededor de 1200 piezas por día por operadora, esto sin considerar la complejidad que implica realizar el proceso de un producto en específico. Para comparar si la productividad real cumple con los estándares se hizo un análisis de estadística descriptiva en R nortest (Gross, Ligges 2015) y el paquete qcc (Scrucca, 2004). Por otro lado, para representar gráficamente la productividad, se realizaron histogramas de frecuencia y gráficos de control que permitirán identificar la distribución de los datos,

El empaque que tiene cada producto y el tipo de etiqueta que se utiliza, conforman la complejidad que requiere la operación, es por ello que, se clasificaron en baja, media y alta. En la tabla 3.1 se muestra la clasificación por nivel de complejidad por cada tipo de etiqueta y el tipo de empaque del producto, variables que impactan directamente en el tiempo que se tarda en una pieza. En el caso del empaque, si el producto no cuenta con él, el etiquetado se realiza de forma rápida. Por otro lado, hay empaques que cuentan con ranura para colocar la etiqueta y otros, de mayor complejidad, que no cuentan con orificio y deben retirarse para poder colocar la etiqueta.

Tabla 3.1 Clasificación de complejidad

Tipo de etiqueta	Adherible	Sin empaque	Empaque con ranura para etiqueta	Empaque cerrado
			Complejidad baja	Complejidad media
	Colgada	Complejidad baja	Complejidad media	Complejidad alta

3.2.2 Estudio de tiempos y movimientos

El objetivo del presente análisis es revelar la existencia y las causas del tiempo improductivo, para poder compararlo con un mejor método y así como fijar tiempos acertados puesto que se busca que éstos se mantengan. Como parte del análisis se define lo siguiente.

- Propósito: Colocar etiqueta de precio a la mercancía, es una tarea esencial.

En la figura 3.7 se muestra el formato utilizado para el estudio de tiempos y movimientos que contiene campos de identificación como la fecha, operador, número de estudio, etc. así como campos de descripción del elemento. De acuerdo con el método para el estudio, se realizaron los pasos enumerados a continuación.

1. **Seleccionar la operación a estudiar:** Colocación de etiqueta de mercancía
2. **Seleccionar trabajadores calificados:** Se realizó una selección de 5 operadoras con experiencia en el área y con productividades promedio, se realizó una reunión en compañía del supervisor de área para explicarles en qué consistía la medición y el objetivo de esta, se definió el área física de estudio y la forma de trabajo previo a la medición.
3. **Registrar la información:** El formato se llenó debidamente con los datos necesarios del estudio, se verificó la iluminación, temperatura y *layout* del área de trabajo.
4. **Comprobar el método:** Por medio de las observaciones previas a las trabajadoras se comprobó que existe un método para realizar el proceso.
5. **Descomponer la tarea en elementos:** Los elementos de la operación son 13, separar mercancía, caminar por caja vacía, contar y colocar mercancía en la caja, estibar cajas de mercancía terminada, colocar hoja de identificación, vaciar mercancía en mesa de trabajo, cortar etiquetas, etiquetar mercancía, vaciar mercancía en la caja, caminar por tarima y acomodar, estibar mercancía, colocar hoja de identificación y retirar pallet con patín hidráulico.
 - **Elementos repetitivos:** Reaparecen en cada ciclo del trabajo como separar y etiquetar mercancía.
 - **Elementos casuales:** No reaparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares, por ejemplo, el vaciar mercancía o estibar las cajas.
 - **Elementos manuales:** Son los que realiza el trabajador. En este proceso todas las actividades que se realizan son manuales.

En la tabla 3.2 cada actividad se identifica con una letra que indica el elemento y a su vez cada uno de ellos se identifica por su tipo.

Tabla 3.2 Elementos y su clasificación

Actividad	Elemento	Tipo de elemento
Separar mercancía	A	Repetitivo Manual
Caminar por caja vacía	B	Repetitivo Manual
Contar y colocar mercancía en caja	C	Repetitivo Manual
Estibar cajas de mercancía terminada	D	Repetitivo Manual
Colocar hoja de identificación	E	Repetitivo Manual
Vaciar mercancía en mesa de trabajo	F	Repetitivo Manual
Cortar etiquetas	G	Casual Manual
Etiquetar mercancía	H	Repetitivo Manual
Vaciar mercancía en caja	I	Casual Manual
Caminar por tarima y acomodar	J	Repetitivo Manual
Estibar mercancía	K	Casual Manual
Colocar hoja de identificación	L	Repetitivo Manual
Retirar pallet con patín hidráulico	M	Casual Manual

3.2.3 Cursograma analítico

El objetivo de este diagrama es el estudio detallado de las operaciones y recorridos del proceso de etiquetado. Este diagrama se utilizará junto con el diagrama de espagueti para analizar los recorridos, distancias y tiempos de las operadoras. En la figura se muestra el formato de cursograma de operario que se utilizará para esta medición.

En la figura 3.8 se presenta el formato del cursograma analítico, este formato cuenta tanto con campos para colocar la información de la medición como operario, material, equipo, fecha, actividad, como para colocar los cálculos finales al finalizar el estudio como distancia, costo y total.

3.2.4 Diagrama de espagueti

El diagrama de espagueti se utilizará para identificar las distancias recorridas por las operadoras durante la ejecución de la operación en la mesa uno que fue el equipo seleccionado para el estudio. Cabe mencionar que las actividades son repetitivas dentro de la mesa de trabajo durante toda la jornada, en la figura se identifican las ubicaciones a considerar.

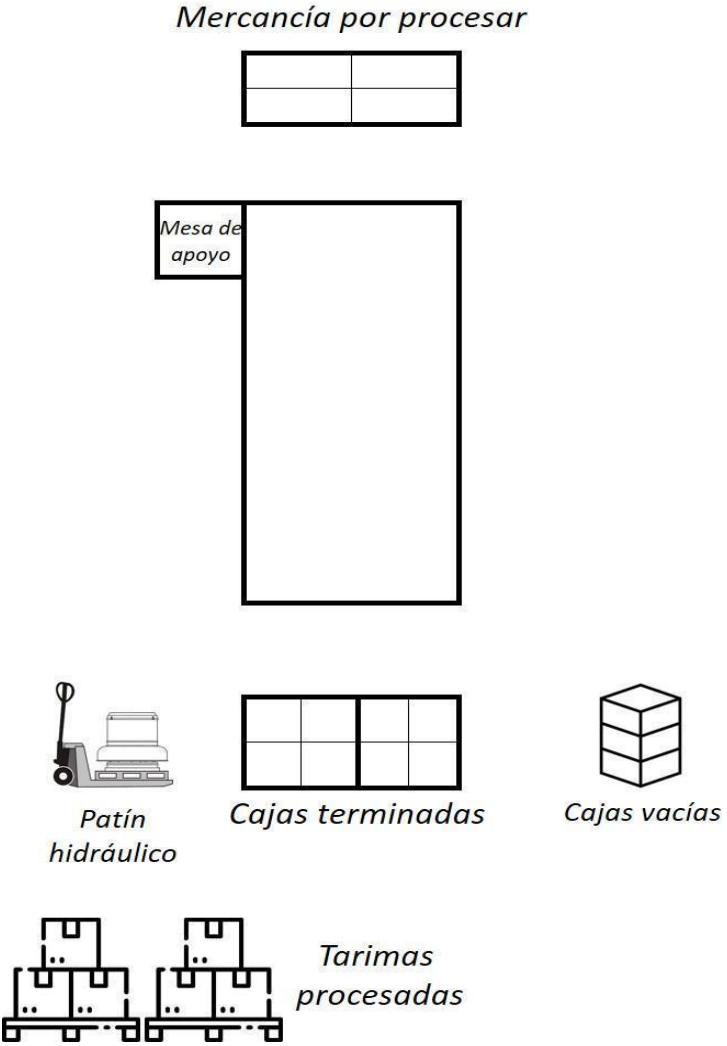


Figura 3.9 Layout para el Diagrama de Espagueti

En la figura 3.9 se observa el *layout* de la operación con el que se elaborará el diagrama de espagueti, como componentes se encuentra la mesa de trabajo, mesa de apoyo, la mercancía por procesar, las tarimas procesadas, las cajas vacías y el patín hidráulico que se utiliza para mover las tarimas completas ya terminadas.

3.3 Propuestas de mejora

Basado en los análisis anteriores, se plantean distintas propuestas de mejora relacionadas con cada uno de los estudios. El primer análisis consistió en el mapeo del proceso validando el flujo operativo de la mercancía e identificando operaciones innecesarias y reprocesos. Posteriormente se realizó el análisis del *layout* del área y el flujo de la mercancía; como resultado se proponen cambios para agilizar y disminuir los movimientos. Después se analizó la estructura de las estaciones de trabajo, ergonomía y movimientos, así como los flujos de las operadoras. Finalmente, con el estudio de tiempos y movimientos y a través de la descomposición de las tareas en elementos se cuantificó cada uno de ellos para identificar los diferentes tipos de desperdicios.

El principal objetivo de las mejoras es el incremento de la productividad que colateralmente contribuirá en el incremento de la eficiencia y ahorros en horas extras, estas mejoras contribuirán también a la disminución de daños a largo plazo causados por ergonomía y mala postura.

Capítulo 4 Implementación de las propuestas de mejora

4.1 Análisis y resultados

En el análisis se muestra el estudio y los puntos evaluados para las propuestas de mejora del proceso de etiquetado de mercancía. En el proceso se cuenta con pocos indicadores y se miden de forma irregular. Los problemas que se identificaron en la operación durante los recorridos y levantamientos que se realizaron en el área se obtuvieron los siguientes elementos:

- Eficiencia
- Productividad
- Merma
- Desperdicios de material
- Tiempo extra
- Re trabajos

Para determinar el problema que más impacta al área y priorizar, durante las observaciones se determinó la frecuencia de cada problema observado mediante un conteo de incidencias. En la tabla 4.1 se observa que el problema operativo más representativo es baja productividad con 52.85%, 16.26% son re trabajos y 12.2% tiempo extra trabajado. En total estos tres problemas representan el 81.3%.

Tabla 4.1 Frecuencia de problemas operativos

Problema	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Productividad	65	65	52.85	52.85
Re trabajos	20	85	16.26	69.11
Tiempo extra	15	100	12.19	81.30
Eficiencia	10	110	8.13	89.43
Merma	8	118	6.50	95.93
Desperdicios de material	5	123	4.07	100

Con los datos de la tabla anterior se elaboró un diagrama de Pareto que ilustra gráficamente la tabla.

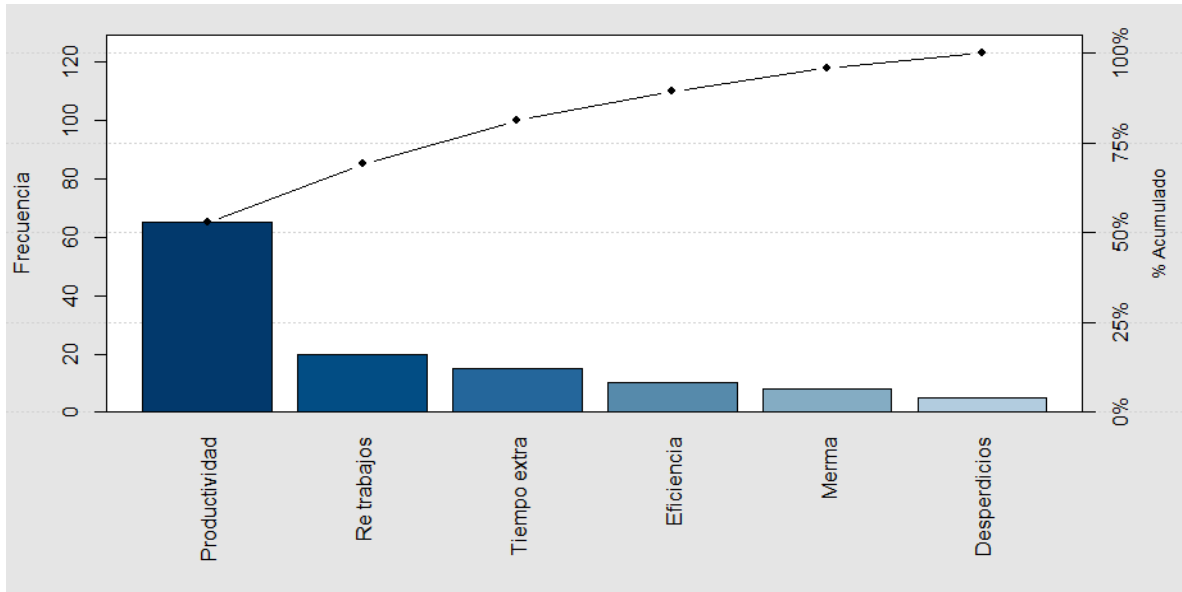


Figura 4.1 Diagrama de Pareto de problemas operativos

En la figura 4.1 se observa el diagrama de Pareto con la representación gráfica de los problemas operativos. Se observa que el de mayor frecuencia es la productividad, fijada en 1200 piezas por operadora al día. Cabe mencionar que el trabajo se realiza de forma correcta pero con lentitud y tiempos muertos. La eficiencia referente a la capacidad con la que se realiza la operación así como la merma y los desperdicios de material. Basado en los resultados anteriores, se seleccionó el problema operativo más representativo, la productividad, y se realizó el diagrama de espina de pescado que se observa en la siguiente figura con la relación existente entre los problemas y las diversas causas que pueden contribuir a la baja productividad.

En la figura 4.2 se muestra el diagrama de Ishikawa en donde se representan los problemas observados en cada una de las 6 M, método, material, mediciones, medio ambiente, mano de obra, maquinaria. Algunas de las posibles causas relacionadas con el método son que éste no es adecuado, falta de estandarización, falta de supervisión, falta de manuales de proceso, entre otros. Entre las causas de material son que éste se encuentra fuera de especificaciones, es obsoleto, es insuficiente o tienen mayor cantidad de la necesaria. En cuanto a las mediciones una de las principales causas es que no se cuenta con indicadores, además de que no se tiene interés en la productividad, hay falta de estandarización para medir, entre otros. Con respecto al medio ambiente observamos altas temperaturas en el área, la falta de guías visuales, desorden y mesas de trabajo colectivas no ergonómicas. Posteriormente, las causas en la mano de obra pueden ser la falta de capacitación, falta de incentivos, falta de

supervisión y de control. Finalmente en máquina, el diseño del equipo pudiera ser inadecuado, no ergonómico o le falta mantenimiento.

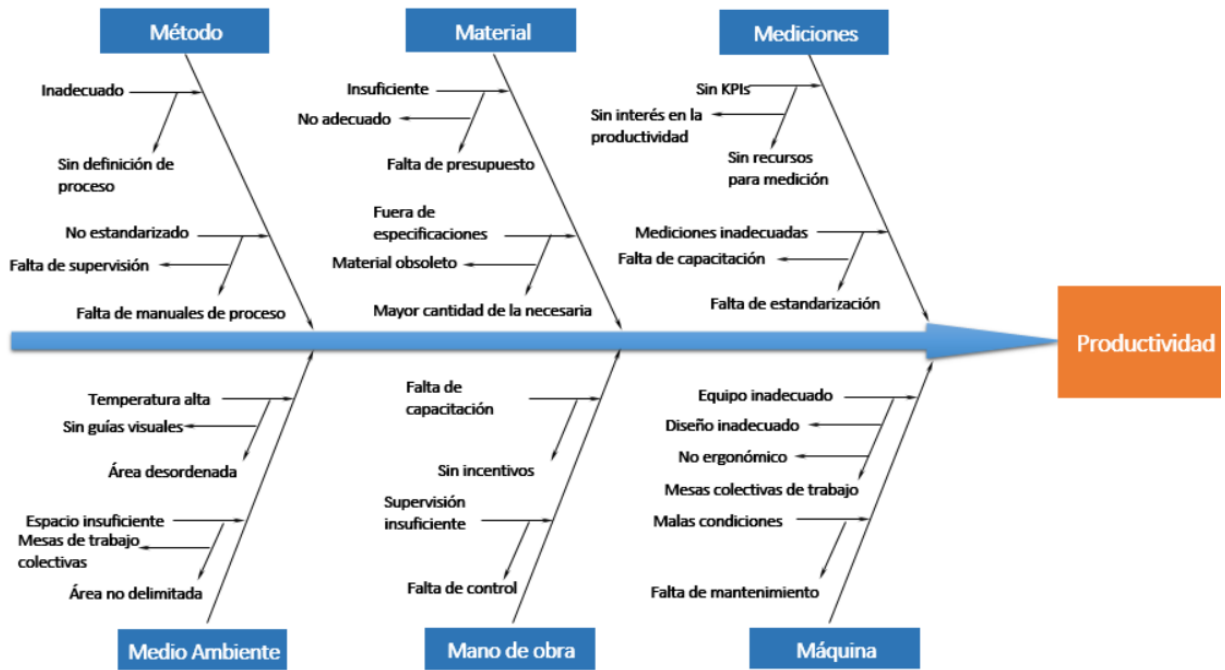


Figura 4.2 Diagrama de Ishikawa de productividad

Después de elaborar el diagrama de espina de pescado, se analizaron las causas relacionadas a la productividad y correspondientes a cada una de las M. En la tabla 4.2, se muestra el desglose de las causas primarias y secundarias encontradas durante el levantamiento y la medición operativa en cada una de las 6 M. En este acercamiento a las causas de la productividad se clasifican en primarias y secundarias para separar las que pueden ser una causa mayor, por ejemplo, el método; el que no esté estandarizado es una causa primaria y provoca, a su vez, un manejo no ergonómico, que no haya orden en el proceso y falta que haya manuales del proceso.

Figura 4.2 Tabla de causas

M	Causa primaria	Causa secundaria
Método	Inadecuado	Manejo no ergonómico
		Sin orden en el proceso
	Sin estandarización	Falta de supervisión
Material	Insuficiente	Sin manuales de proceso
		Falta de presupuesto
	Fuera de especificaciones	No se solicita
		Material Obsoleto

Mediciones		Sin análisis de necesidades
	Sin KPIs	Sin interés en la productividad
		Sin recursos para medición
Medio Ambiente	Mediciones inadecuadas	Falta de capacitación
		Falta de estandarización
	Temperatura del área	Sin ventiladores
Mano de Obra		Baja altura
	Espacio insuficiente	Mesas de trabajo colectivas
		Área no delimitada
Máquina	Operario	No capacitado
		Sin incentivos
	Supervisión	Insuficiente
Máquina		Falta de control
	Equipo inadecuado	Diseño inadecuado
		No ergonómico
Máquina		Mesas colectivas de trabajo
	Malas condiciones	Desordenado
		Falta de mantenimiento

Como resultado de la medición de estas observaciones se obtuvo la tabla 4.3 con la cual se elaboró el diagrama de Pareto. Se observan las frecuencias de ocurrencia registradas en cada m, en donde máquina tiene 44.44% de las observaciones, mano de obra un 21.3% y el método 13.88%.

Tabla 4.3 Frecuencia de causas de productividad

<i>M</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia acumulada</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
Máquina	48	48	44.44	44.44
Mano de obra	23	71	21.30	65.74
Método	15	86	13.88	79.62
Mediciones	14	100	12.97	92.59
Medio ambiente	5	105	4.63	97.22
Material	3	108	2.78	100.00

Cabe mencionar que es visualmente claro durante las observaciones en la operación, que una de las principales causas son las estaciones de trabajo, debido al diseño no ergonómico y al

tamaño, ya que son colectivas. Con la tabla anterior, se elaboró un diagrama 80-20 que ilustra el análisis.

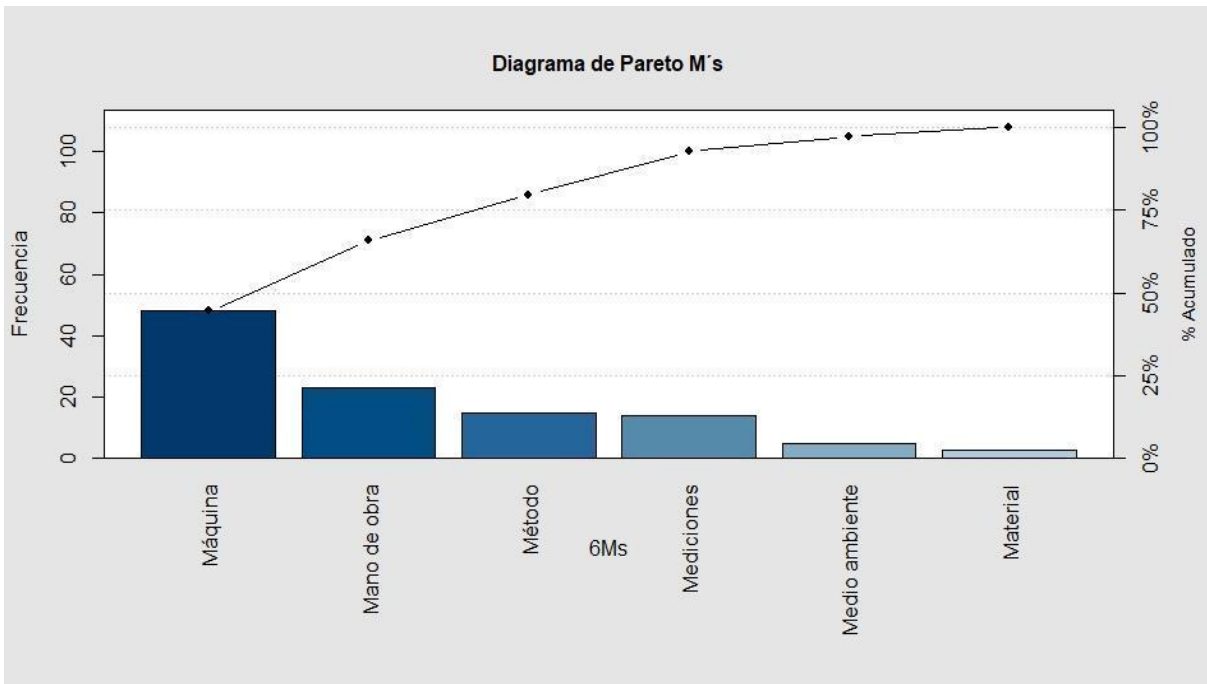


Figura 4.3 Diagrama de Pareto 6 m

En la figura 4.3 se ilustra la gráfica representando las causas de las 6 M en estudio en donde máquina con 48 observaciones es la más frecuente, la mano de obra con 23 observaciones presenta problemas que son causados principalmente por la falta de capacitación, de incentivos ya que las operadoras no reciben incentivos económicos por cumplir o superar la productividad requerida, además de que carecen de supervisión.

4.1.1 Análisis y resultados de productividad

En la tabla 4.4 se muestran los registros que se obtuvieron de la medición de la productividad durante tres meses, como se puede observar, la información contiene la fecha de medición, nivel de dificultad, productividad de la operadora uno, productividad de la operadora dos, productividad de la operadora tres, productividad de la operadora cuatro, productividad de la operadora cinco y el total de piezas etiquetadas correspondientes a la mesa, en esta columna se muestran algunos registros en color rojo, los cuales representan los días que no se cumplió con este indicador de 6000 piezas diarias .

Tabla 4.4 Datos de la productividad actual

Fecha	Nivel de dificultad	Operadora 1	Operadora 2	Operadora 3	Operadora 4	Operadora 5	Total
02/01/2020	Baja	1454	1442	1626	1700	1482	7705
03/01/2020	Baja	1060	834	1657	1307	1225	6084
06/01/2020	Baja	1611	1683	1686	1390	1321	7690
08/01/2020	Alta	844	963	874	1315	963	4958
09/01/2020	Media	1212	1115	1044	904	1177	5452
10/01/2020	Media	1418	991	1253	1410	1235	6308
13/01/2020	Media	1328	1236	1245	1417	1357	6582
14/01/2020	Alta	320	1893	1228	1497	1618	6556
15/01/2020	Baja	1621	1044	1851	2027	1694	8236
16/01/2020	Baja	1675	2178	1750	1510	2140	9254
17/01/2020	Baja	1407	1378	1223	1420	902	6330
20/01/2020	Baja	1488	1043	1936	1214	1386	7067
21/01/2020	Baja	1402	1664	1906	1690	1908	8569
22/01/2020	Baja	1411	1226	1018	1310	1119	6084
23/01/2020	Media	1443	1211	1500	1402	1586	7142
24/01/2020	Alta	839	940	1236	1176	1007	5198
27/01/2020	Media	1127	1431	1659	1215	1213	6645
28/01/2020	Media	1210	1452	1739	1295	1059	6755
29/01/2020	Baja	2276	1691	1640	1704	1738	9048
30/01/2020	Alta	1014	1383	1514	968	1350	6229
31/01/2020	Alta	870	818	972	1357	913	4930
03/02/2020	Alta	1060	932	1628	826	719	5165
04/02/2020	Baja	1442	1310	1358	1449	1484	7043
05/02/2020	Baja	1454	2082	1253	1439	1297	7526
06/02/2020	Media	1017	1239	1242	818	1358	5674
07/02/2020	Baja	1166	1693	1271	1098	1557	6784
10/02/2020	Baja	1456	1345	1321	1470	1060	6651
11/02/2020	Baja	1564	1391	1569	1637	1708	7869
12/02/2020	Baja	1660	1322	1521	1138	1674	7314
13/02/2020	Baja	1452	1723	1561	1501	1764	8000
14/02/2020	Media	1348	1015	1398	1259	1412	6433
17/02/2020	Alta	1252	1109	927	1382	1053	5723
18/02/2020	Baja	1541	1252	1579	1515	1544	7430
19/02/2020	Baja	1783	1003	2033	1601	1904	8325
20/02/2020	Alta	990	917	829	874	1140	4750
21/02/2020	Baja	1556	1907	1074	1774	1566	7877
24/02/2020	Baja	1225	1464	1606	1467	1433	7195
25/02/2020	Baja	1723	1581	1953	1633	1686	8576

26/02/2020	Baja	1707	1915	1828	1690	1946	9086
27/02/2020	Baja	1820	1882	1865	1906	2052	9525
28/02/2020	Baja	1615	1246	1391	1673	1113	7038
02/03/2020	Baja	1044	1195	1671	1016	1758	6684
03/03/2020	Baja	1322	1489	1002	1630	1639	7082
04/03/2020	Baja	1454	1345	1375	1570	1520	7265
05/03/2020	Baja	1310	1511	1212	1378	1596	7007
06/03/2020	Baja	1213	799	1486	1510	1718	6727
09/03/2020	Media	1258	1133	1249	1444	1112	6196
10/03/2020	Baja	1322	1265	1289	1650	1722	7248
11/03/2020	Alta	882	1277	1440	1386	822	5808
12/03/2020	Baja	1465	1576	1476	1548	1716	7781
13/03/2020	Alta	1049	1296	887	1519	1150	5901
16/03/2020	Alta	843	1290	840	1134	1316	5423
17/03/2020	Alta	1042	922	950	1112	1466	5492
18/03/2020	Alta	1031	1240	883	996	1652	5802
19/03/2020	Alta	962	1065	1320	995	1341	5683
20/03/2020	Baja	1500	1856	1327	1465	1800	7948
23/03/2020	Media	1317	746	1515	1188	1644	6410
24/03/2020	Baja	1535	1606	984	1282	1764	7171
25/03/2020	Baja	1513	1404	1688	1289	1978	7872
30/03/2020	Baja	1535	1349	1715	1484	1453	7535
31/03/2020	Baja	1325	1234	1420	1364	1497	6839

4.1.1.1 Histogramas

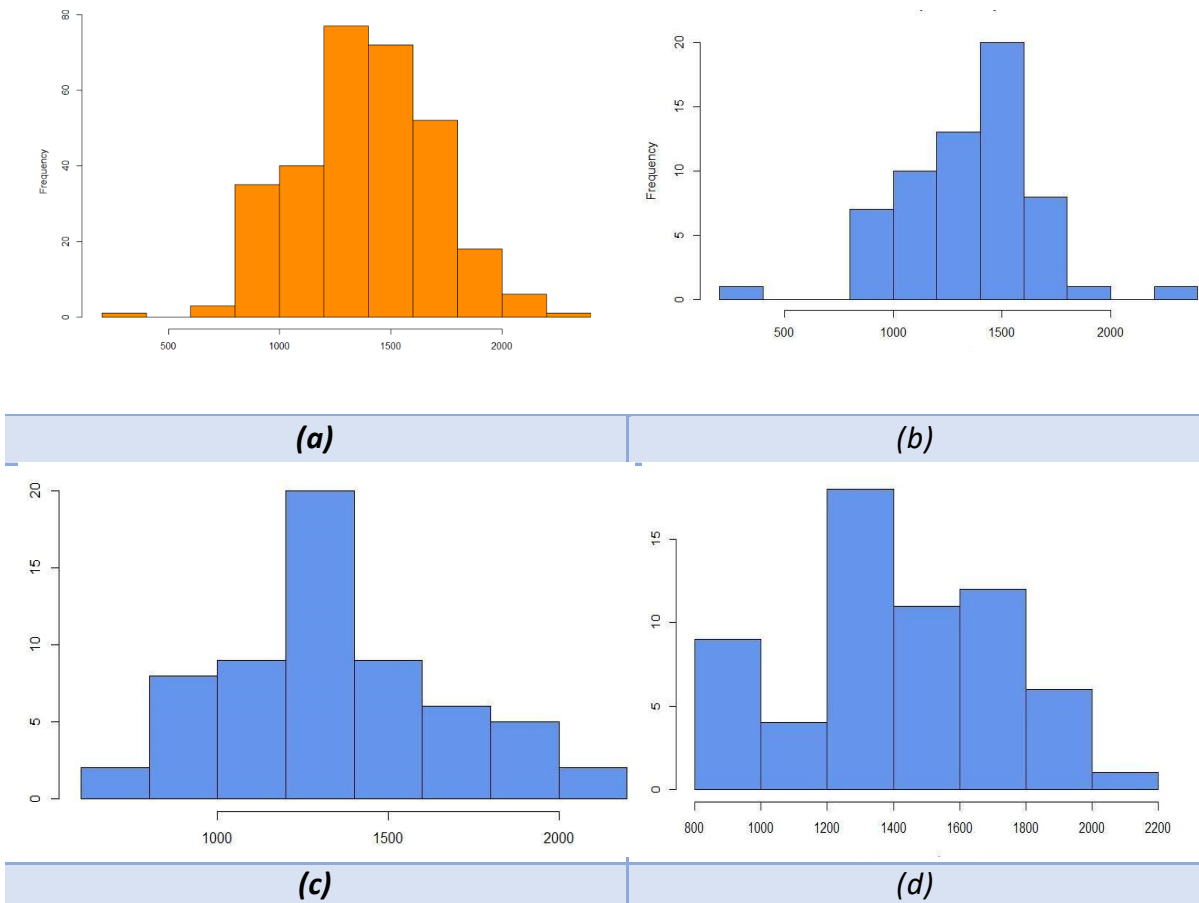
Del total de datos obtenidos se observa que en 14 días no se llegó a la productividad, es decir, en un 23% de los días se estuvo debajo de las 6000 piezas etiquetadas, el más bajo fue -21%. Por otro lado, el 77% de los días se lograron las piezas solicitadas por el equipo y además se superó hasta por 59% más, estos días se procesó mercancía de complejidad baja y media. En la tabla 4.5 se observan los resultados obtenidos en R al calcular las medidas de tendencia central de las cinco operadoras y de cada una de ellas, además del valor mínimo, el valor máximo, el primer y tercer cuartil. Con estos datos se observa que los datos de la mediana y la media son muy cercanos, esto significa que la distribución es simétrica, en los casos donde la media es mayor que la mediana, la distribución está sesgada a la derecha y en los casos donde la media es menor a la mediana está sesgada a la izquierda.

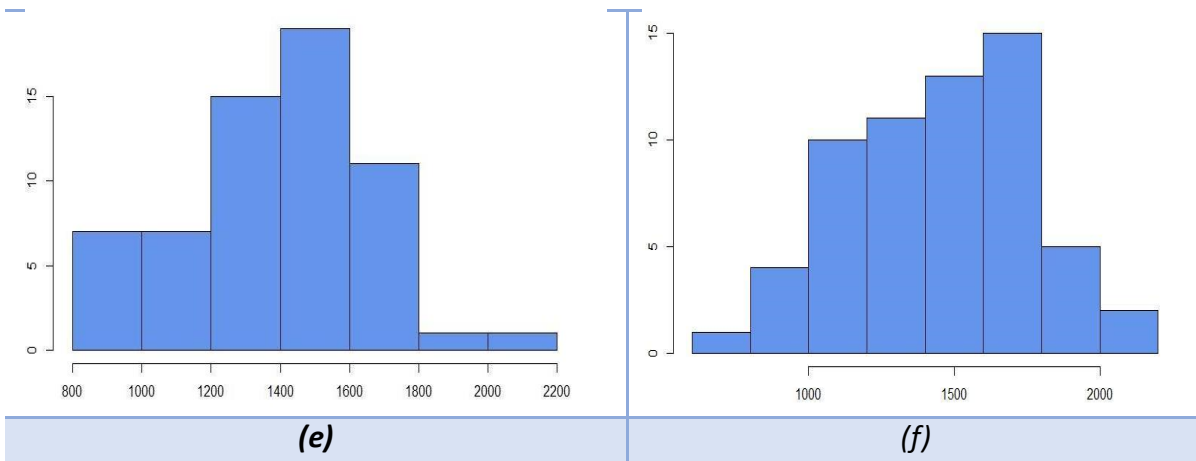
Tabla 4.5 Medidas de tendencia central de productividad

	Min	1Q	Mediana	Media	3Q	Max
<i>Resultados 5 operadoras</i>	319.8	1177.2	1390.0	1379.3	1601.4	2275.6
<i>Operadora 1</i>	319.8	1060.2	1348.2	1324.3	1512.8	2275.6
<i>Operadora 2</i>	746.4	1108.8	1296.0	1336.7	1511.0	2178.4
<i>Operadora 3</i>	828.8	1228.4	1398.0	1401.5	1640.0	2033.2
<i>Operadora 4</i>	818.2	1215.0	1410.4	1382.6	1519.2	2026.6
<i>Operadora 5</i>	719.0	1213.0	1482.0	1451.0	1694.0	2140.0

Con estos datos, se elaboraron los histogramas que se muestran en la tabla 4.6. Se muestra el histograma general de las 305 muestras obtenidas de la productividad actual en donde se observa la distribución de los datos (a). Los histogramas de las piezas etiquetadas por la operadora uno (b), la operadora dos (c), la operadora tres (d), la operadora cuatro (e) y la operadora cinco (f).

Tabla 4.6 Histogramas de piezas etiquetadas





Se observa que algunas operadoras tienen una distribución más simétrica de la productividad, por ejemplo, la número dos y la cinco, algunas operadoras como la tres y la uno registran valores mínimos o pocas piezas de productividad en varios días. Como parte del procedimiento para análisis de los histogramas obtenidos se analizó lo siguiente.

1. **Tendencia central de los datos:** En este caso el 85% de los datos, se encuentran entre 1000 y 2000.
2. **Centrado del proceso:** En los histogramas se observan procesos descentrados con variabilidad considerable, esto da un panorama inicial de que se tienen registros muy altos y muy bajos en la productividad, motivo por el que se desean realizar ajustes o cambios necesarios para centrar el proceso.
3. **Variabilidad del proceso:** Se compara la amplitud de las especificaciones con el ancho del histograma. Para considerar que la dispersión no es demasiada, el ancho del histograma debe caber de forma holgada en las especificaciones.
4. **Forma del histograma:** La forma de distribución de campana es la que más común en salidas de proceso tiene características similares a la distribución normal.
5. **Datos raros o atípicos:** En la base de datos se observa una pequeña cantidad de mediciones muy extremas o atípicas, son identificadas con facilidad mediante el histograma, son aquellas que aparecen una o más barras pequeñas bastante separadas o aisladas del resto. Este tipo de datos no tienen causas aparentes, mediciones erróneas ni son casos aislados.

4.1.1.2 Gráficos de control

Para comparar el desempeño, así como la variabilidad en desempeño, de las diferentes operadoras, se analizaron el número de piezas etiquetadas por operadora en 25 órdenes (tabla 4.7). De estas órdenes, 12 fueron de complejidad baja, 7 de complejidad intermedia y

6 de complejidad alta, la complejidad como se explicó en capítulos anteriores se basa en el tipo de empaque que tiene la mercancía. Las variables X_1 , X_2 , X_3 , X_4 y X_5 representan las 5 diferentes operadoras que etiquetan. La intensidad del color verde es proporcional al número de piezas etiquetadas: los colores oscuros marcan los valores más altos, mientras que los colores claros representan los valores más bajos. En la tabla 4.7, se observa que

- La productividad media es de 1508, 1273 y 1101 piezas para el etiquetado de complejidad baja, mediana y alta respectivamente.
- La productividad de las órdenes de complejidad baja y alta tienen una desviación estándar de respectivamente 311 y 328 piezas, que es más del 35% que la desviación estándar de las órdenes de complejidad intermedia.
- Hay mucha variabilidad entre la productividad de las diferentes operadoras para una misma orden.
- No siempre es la misma operadora quien tiene un mejor desempeño.
- La operadora 4 tiene una desviación estándar más baja que las demás operadoras, indicando que hay poca diferencia entre cómo procesó una orden de complejidad alta o una de complejidad baja. Esto sugiere poco empeño en lograr la productividad más alta posible, y una importante oportunidad de mejora.

Tabla 4.7 Muestras utilizadas en los gráficos de control

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	\bar{X}_{pr}	R	Complejidad del empaque
1454	1442	1626	1700	1482	1541	258.4	Baja
1060	834	1657	1307	1225	1217	822.4	Baja
1611	1683	1686	1390	1321	1538	365.4	Baja
844	963	874	1315	963	992	470.8	Alta
1212	1115	1044	904	1177	1090	308.0	Media
1418	991	1253	1410	1235	1262	426.4	Media
1328	1236	1245	1417	1357	1316	181.2	Media
320	1893	1228	1497	1618	1311	1572.8	Alta
1621	1044	1851	2027	1694	1647	983.0	Baja
1675	2178	1750	1510	2140	1851	668.2	Baja
1407	1378	1223	1420	902	1266	518.4	Baja
1488	1043	1936	1214	1386	1413	893.0	Baja
1402	1664	1906	1690	1908	1714	506.2	Baja
1411	1226	1018	1310	1119	1217	393.4	Baja
1443	1211	1500	1402	1586	1428	375.0	Media
839	940	1236	1176	1007	1040	397.0	Alta
1127	1431	1659	1215	1213	1329	532.6	Media
1210	1452	1739	1295	1059	1351	679.6	Media

2276	1691	1640	1704	1738	1810	635.6	Baja
1014	1383	1514	968	1350	1246	546.8	Alta
870	818	972	1357	913	986	539.0	Alta
1060	932	1628	826	719	1033	909.0	Alta
1442	1310	1358	1449	1484	1409	173.8	Baja
1454	2082	1253	1439	1297	1505	829.0	Baja
1017	1239	1242	818	1358	1135	539.6	Media

Para ver si la producción sigue cierto patrón, se puede elaborar un diagrama de control. Si bien no se cumple cabalmente con los requisitos de elaboración, al haber diferentes complejidades de empaque, así como que los valores X_i no corresponden a valores aleatorios, sino a operadoras específicas, el diagrama puede servir para un análisis exploratorio. En la tabla 4.8 se muestran los datos utilizados para diagramas de control \bar{X}_{pr} y R.

Tabla 4.8 Datos calculados para los gráficos de control

μ	100
σ	2
d_2	2.33
R_{pr}/d_2	249.78
$\mu_{\bar{X}_{pr}}$	1345.83
$\sigma_{\bar{X}_{pr}}$	111.7
d_3	0.85
μ_R	580.98
σ_R	211.31
LIC_x	1039.8
LC_x	1345.8
LSC_x	1680.9
LIC_R	0
LC_R	581
LSC_R	1214.9

En la figura 4.4 se muestra el gráfico de control \bar{X}_{pr} calculado con los datos anteriores.

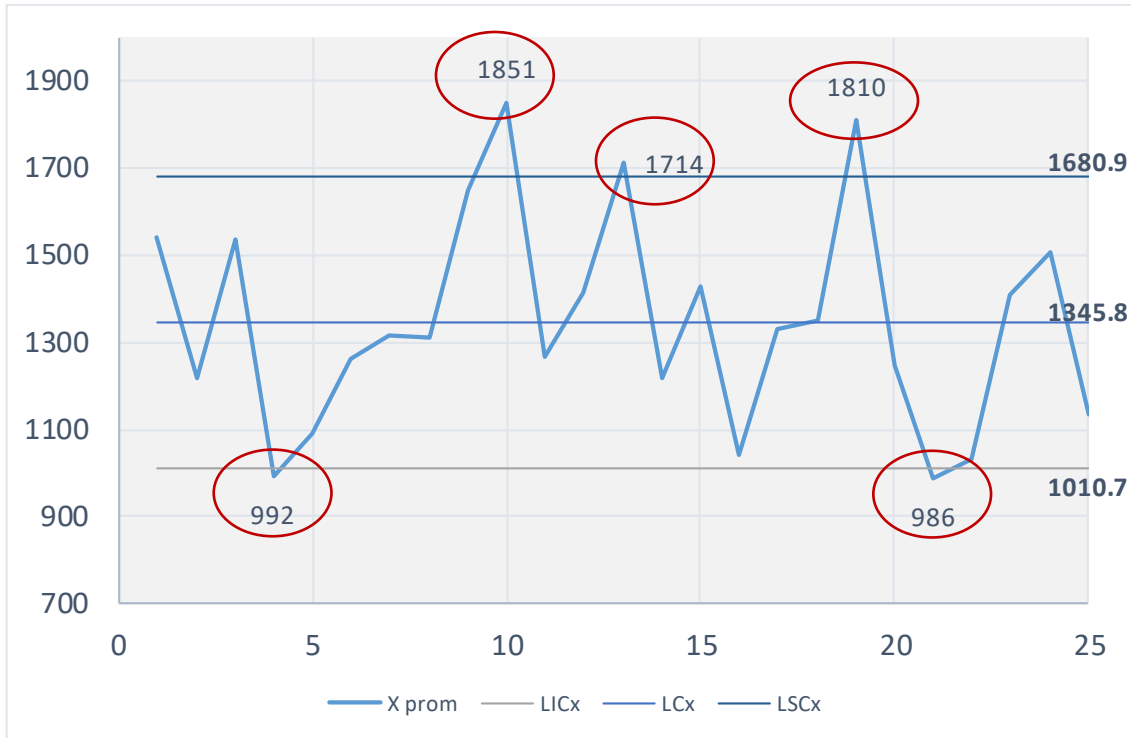


Figura 4.4 Gráfico de control X_{pr}

En la figura 4.4, gráfico de control X_{pr} se pueden observar varios puntos que se encuentran por debajo y por arriba de los límites de control. Se puede ver también que, los dos puntos fuera del límite inferior son empaques de complejidad alta y los tres que se encuentran fuera del límite superior son empaques de complejidad baja. Otro punto de llamar la atención es que la operadora cuatro tiene una variabilidad más baja que las demás, es decir, hace piezas de complejidad alta o baja con la misma velocidad, es más constante, por lo tanto hay oportunidad de mejora, ya que las fáciles las debería hacer más rápido y debería obtener resultados más altos en productividad en este tipo de piezas. Con respecto al empaque de complejidad media no hay puntos fuera de control, probablemente debido a causas de humor, flojera y atención de las operadoras.

Considerando las características anteriores, posiblemente el diagrama de control no sea la mejor opción, por lo que se utilizó para detectar posibles problemas y no para determinar significancia estadística. En el diagrama de control no se representan todas las variables que intervienen y no se cuenta con información suficiente para poder segmentarlo y graficarlo por cada variable, por ejemplo, por dificultad ya que aparentemente se está analizando más de una causa. Es por ello que, se decide no quitar los datos que se encuentran fuera de los límites.

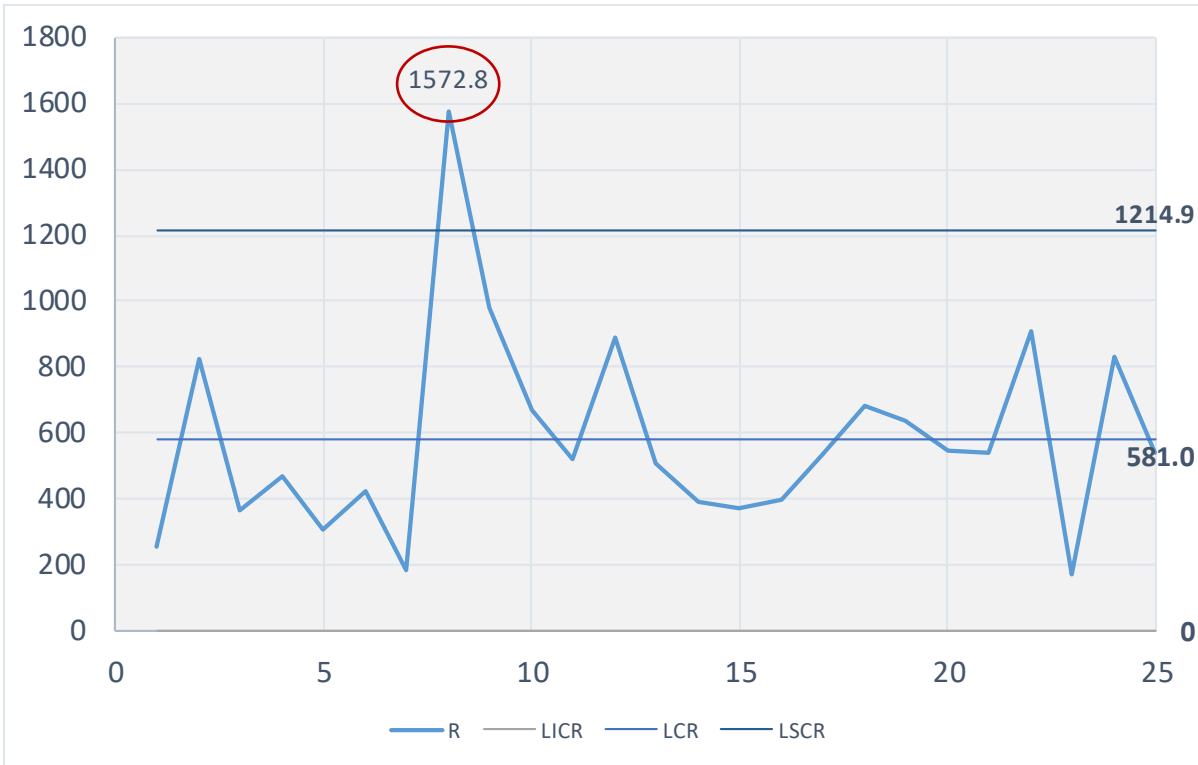


Figura 4.5 Gráfico de control R

En la figura 4.5, los puntos varían aleatoriamente alrededor de la línea central y se encuentran dentro de los límites de control a excepción del valor 1572 que está fuera de control estadístico. Este dato corresponde a la orden número 8, de complejidad media, en donde se observan dos valores altos de productividad, 1618 y 1893, pero también un valor inexplicablemente bajo, de 320. No se sabe a qué se debe el valor bajo; probablemente se pueda deber a una situación excepcional de la trabajadora 1, como un malestar médico. Se remarca la importancia de investigar estos fenómenos con datos complementarios obtenidos en una siguiente etapa. En general, se observa que no siempre es la misma operadora la que tiene el mejor o peor desempeño; esta gran variabilidad puede estar ligada a que en la actualidad no se dan incentivos económicos a las operadoras por cumplir o superar la productividad.

4.1.2 Análisis y resultados de tiempos y movimientos

En las tablas 4.9 a 4.13, se muestran los resultados de las mediciones del estudio de tiempos de operación de cada trabajadora en minutos, numerados del uno al cinco.

En la tabla 4.9 se muestra el estudio uno, medición de etiquetado de 250 piezas de playeras en la semana uno por la operadora uno, los tiempos varían con un mínimo de 103.5 minutos y un máximo de 175.7 minutos. Los elementos donde se observa mayor variación son el C: conteo de mercancía y H: etiquetar mercancía debido al tipo de empaque que tiene el producto. La valoración del ritmo de trabajo de la operadora uno es de 125, es muy rápida, actúa con seguridad, destreza y coordinación de movimientos, está por arriba de una operadora promedio.

Tabla 4.9 Estudio de tiempos operadora uno

Departamento: Importaciones		Fecha: 6 al 10 de enero 2020				
Operación	Etiquetado		# de estudio:	1		
Mesa de trabajo:	Mesa 1		Semana:	1		
Herramientas:	Pistola de etiquetado		Equipo:	Operadora 1		
Producto:	Playeras		# empleado:	1		
Pedidos:	1		Piezas:	1		
Calidad	Aprobado		Observado por:	Yolanda Garza		
Actividad	Elemento	06-ene	07-ene	08-ene	09-ene	10-ene
Separar mercancía	A	42	39	45	42	49
Caminar por caja vacía	B	2.5	3	3	4	2.5
Contar y colocar mercancía en caja	C	29	55	40	25	80
Estibar cajas de mercancía terminada	D	0.5	1	0.5	0.8	0.6
Colocar hoja de identificación	E	1	1.3	1.1	1	1
Vaciar mercancía en mesa de trabajo	F	1	3	2.5	2	2
Cortar etiquetas	G	1	1.2	2	1	1.1
Etiquetar mercancía	H	13	15	12	18	25
Vaciar mercancía en caja	I	0.5	0.3	0.2	0.5	0.5
Caminar por tarima y acomodar	J	5	6	6	6	5
Estibar mercancía	K	5	5	6	5	6
Colocar hoja de identificación	L	2	2	1.5	2	1.5
Retirar pallet con patín hidráulico	M	1	1.5	1.5	2	1.5
Tiempo Total (min)		103.5	133.3	121.3	109.3	175.7

En la tabla 4.10 se muestra el estudio dos, medición de etiquetado de 250 piezas de playeras en la semana uno por la operadora dos. Los tiempos varían observando un mínimo de 101.7 minutos y un máximo de 181.5 minutos. La valoración del trabajo de la operadora dos es de 100, es activa, capaz, logra tranquilidad, nivel de calidad y precisión.

Tabla 4.10 Estudio de tiempos operadora dos

Departamento: Importaciones		Fecha: 6 al 10 de enero 2020				
Operación	Etiquetado	# de estudio:	1			
Mesa de trabajo:	Mesa 1	Semana:	1			
Herramientas:	Pistola de etiquetado	Equipo:	Operadora 2			
Producto:	Playeras	# empleado:	2			
Pedidos:	1	Piezas:	250			
Calidad	Aprobado	Observado por:	Yolanda Garza			
Actividad	Elemento	06-ene	07-ene	08-ene	09-ene	10-ene
Separar mercancía	A	40	44	50.5	45	43
Caminar por caja vacía	B	3	2.4	2.5	5	2.4
Contar y colocar mercancía en caja	C	30	98	45	25	92
Estibar cajas de mercancía terminada	D	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5
Colocar hoja de identificación	E	1	1.2	1.2	1	1.2
Vaciar mercancía en mesa de trabajo	F	2	2.5	2	2.5	2
Cortar etiquetas	G	1	1.1	1	1	1.1
Etiquetar mercancía	H	12	15	12	20	25
Vaciar mercancía en caja	I	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3
Caminar por tarima y acomodar	J	5	6	5	7	5.5
Estibar mercancía	K	4	4	5	4.5	5
Colocar hoja de identificación	L	2	2	2	2	2.5
Retirar pallet con patín hidráulico	M	1	1	1	1	1
Tiempo Total (min)		101.7	177.9	127.9	115	181.5

En la tabla 4.11 se muestra el estudio tres, medición de etiquetado de 250 piezas de playeras en la semana uno por la operadora tres. Los tiempos varían observando un mínimo de 133 minutos y un máximo de 190.5 minutos. La valoración del trabajo de la operadora tres es

constante, resuelta, sin prisa, en ocasiones parece lenta pero no pierde tiempo intencional al ser observada.

Tabla 4.11 Estudio de tiempos operadora tres

Departamento: Importaciones		Fecha: 6 al 10 de enero 2020				
Operación	Etiquetado	# de estudio:	1			
Mesa de trabajo:	Mesa 1	Semana:	1			
Herramientas:	Pistola de etiquetado	Equipo:	Operadora 3			
Producto:	Playeras	# empleado:	3			
Pedidos:	1	Piezas:	250			
Calidad	Aprobado	Observado por:	Yolanda Garza			
Actividad	Elemento	06-ene	07-ene	08-ene	09-ene	10-ene
Separar mercancía	A	58	55	68	56	73
Caminar por caja vacía	B	2	2.5	2	3	2.5
Contar y colocar mercancía en caja	C	37	70	42	23	75
Estibar cajas de mercancía terminada	D	0.5	0.5	1	0.6	0.5
Colocar hoja de identificación	E	1	1.2	1	1.5	1
Vaciar mercancía en mesa de trabajo	F	2	2.2	1.5	2	2
Cortar etiquetas	G	1	1.5	1	1.2	1
Etiquetar mercancía	H	18	15	16	19	22
Vaciar mercancía en caja	I	0.5	0.2	0.8	0.5	0.5
Caminar por tarima y acomodar	J	5.5	6	5	6	5
Estibar mercancía	K	4.5	5	5	6	5.5
Colocar hoja de identificación	L	2	2.5	1	1	1.5
Retirar pallet con patín hidráulico	M	1	1.5	1.2	0.8	1
Tiempo Total (min)		133	163.1	145.5	120.6	190.5

En la tabla 4.12 se muestra el estudio cuatro, medición de etiquetado de 250 piezas de playeras en la semana uno por la operadora cuatro. Los tiempos varían observando un mínimo de 147.5 minutos y un máximo de 207.5 minutos. La valoración del trabajo de la

operadora cuatro es de 90, al igual que la operadora tres es constante, resuelta, sin prisa, en ocasiones parece lenta pero no pierde tiempo intencional al ser observada.

Tabla 4.12 Estudio de tiempos operadora cuatro

Departamento: Importaciones		Fecha: 6 al 10 de enero 2020				
Operación	Etiquetado		# de estudio:	1		
Mesa de trabajo:	Mesa 1		Semana:	1		
Herramientas:	Pistola de etiquetado		Equipo:	Operadora 4		
Producto:	Playeras		# empleado:	4		
Pedidos:	1		Piezas:	250		
Calidad	Aprobado		Observado por:	Yolanda Garza		
Actividad	Elemento	06-ene	07-ene	08-ene	09-ene	10-ene
Separar mercancía	A	53	62	56	57	69
Caminar por caja vacía	B	3	3	2.5	3	3
Contar y colocar mercancía en caja	C	45	75	54	43	85
Estibar cajas de mercancía terminada	D	1	1.5	1	1.5	1
Colocar hoja de identificación	E	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Vaciar mercancía en mesa de trabajo	F	2.5	2	2.5	2.5	2.5
Cortar etiquetas	G	1.5	1.5	1.8	2	1.5
Etiquetar mercancía	H	25	20	22	27	28
Vaciar mercancía en caja	I	1	1	0.5	0.5	0.5
Caminar por tarima y acomodar	J	6	6.5	6.5	6	6.5
Estibar mercancía	K	5	5.5	6	5.5	6
Colocar hoja de identificación	L	2	2.5	2	2	2
Retirar pallet con patín hidráulico	M	1	1.5	1	1.3	1
Tiempo Total (min)		147.5	183.5	157.3	152.8	207.5

En la tabla 4.13 se muestra el estudio cinco, medición de etiquetado de 250 piezas de playeras en la semana uno por la operadora cinco. Los tiempos varían observando un mínimo de 109.2 minutos y un máximo de 163.5 minutos. La valoración del trabajo de la operadora dos es de 100, es activa, capaz, logra tranquilidad, nivel de calidad y precisión.

Tabla 4.13 Estudio de tiempos operadora cinco

Departamento: Importaciones		Fecha: 6 al 10 de enero 2020				
Operación	Etiquetado	# de estudio:	1			
Mesa de trabajo:	Mesa 1	Semana:	1			
Herramientas:	Pistola de etiquetado	Equipo:	Operadora 5			
Producto:	Playeras	# empleado:	5			
Pedidos:	1	Piezas:	250			
Calidad	Aprobado	Observado por:	Yolanda Garza			
Actividad	Elemento	06-ene	07-ene	08-ene	09-ene	10-ene
Separar mercancía	A	55	51	62	49	61
Caminar por caja vacía	B	1	1	1.5	1.2	1
Contar y colocar mercancía en caja	C	29	54	38	22	63
Estibar cajas de mercancía terminada	D	1	1	0.5	1	0.5
Colocar hoja de identificación	E	1	1.2	1	1.5	1
Vaciar mercancía en mesa de trabajo	F	2	2	1.5	2	1.5
Cortar etiquetas	G	1.5	1	1.5	1	1.2
Etiquetar mercancía	H	15	18	14	19	21
Vaciar mercancía en caja	I	1	0.5	1	0.5	0.8
Caminar por tarima y acomodar	J	5.5	6	6	5.5	6
Estibar mercancía	K	5	6.5	5	4.5	4
Colocar hoja de identificación	L	1	1.2	1.5	1	1.5
Retirar pallet con patín hidráulico	M	1	0.9	0.8	1	1
Tiempo Total (min)		119.0	144.3	134.3	109.2	163.5

Las variaciones en los tiempos observados fueron causadas principalmente por la falta de estandarización en los procesos debido a que la forma de realizar las tareas es diferente para cada operadora. El tiempo por ciclo multiplicado por la valoración de la operadora nos da como resultado el tiempo tipo que se observa en la tabla 4.14, en donde se muestran los tiempos de los ciclos de todas las operadoras y el tiempo tipo calculado, de acuerdo con estos datos se obtiene una media de 144.8 minutos y una mediana de 137.5 minutos. La valoración

del ritmo de trabajo de cada operadora influye directamente en el cálculo del tiempo tipo que es más constante en la operadora cuatro ya que es la que tiene más de diez años realizando esta actividad.

Tabla 4.14 Tiempo tipo del ciclo

Tiempo ciclo (min)	Operadora	Valoración del ritmo de trabajo	Tiempo tipo
103.5	Operadora 1	1.25	129.4
109.3	Operadora 1	1.25	136.6
121.3	Operadora 1	1.25	151.6
133.3	Operadora 1	1.25	166.6
175.7	Operadora 1	1.25	219.6
101.7	Operadora 2	1	101.7
115	Operadora 2	1	115.0
127.9	Operadora 2	1	127.9
177.9	Operadora 2	1	177.9
181.5	Operadora 2	1	181.5
120.6	Operadora 3	0.9	108.5
133	Operadora 3	0.9	119.7
145.5	Operadora 3	0.9	131.0
163.1	Operadora 3	0.9	146.8
190.5	Operadora 3	0.9	171.5
147.5	Operadora 4	0.9	132.8
152.8	Operadora 4	0.9	137.5
157.3	Operadora 4	0.9	141.6
183.5	Operadora 4	0.9	165.2
207.5	Operadora 4	0.9	186.8
109.2	Operadora 5	1	109.2
119	Operadora 5	1	119.0
134.3	Operadora 5	1	134.3
144.3	Operadora 5	1	144.3
163.5	Operadora 5	1	163.5

4.1.3 Análisis y resultados de recorridos de las operadoras

En el diagrama de la siguiente figura, se representan las operadoras y los colores que representan a cada una. Operadora 1 en color morado, operadora 2 en color amarillo, operadora 3 en color azul, operadora 4 en color naranja y la operadora 5 en color verde.

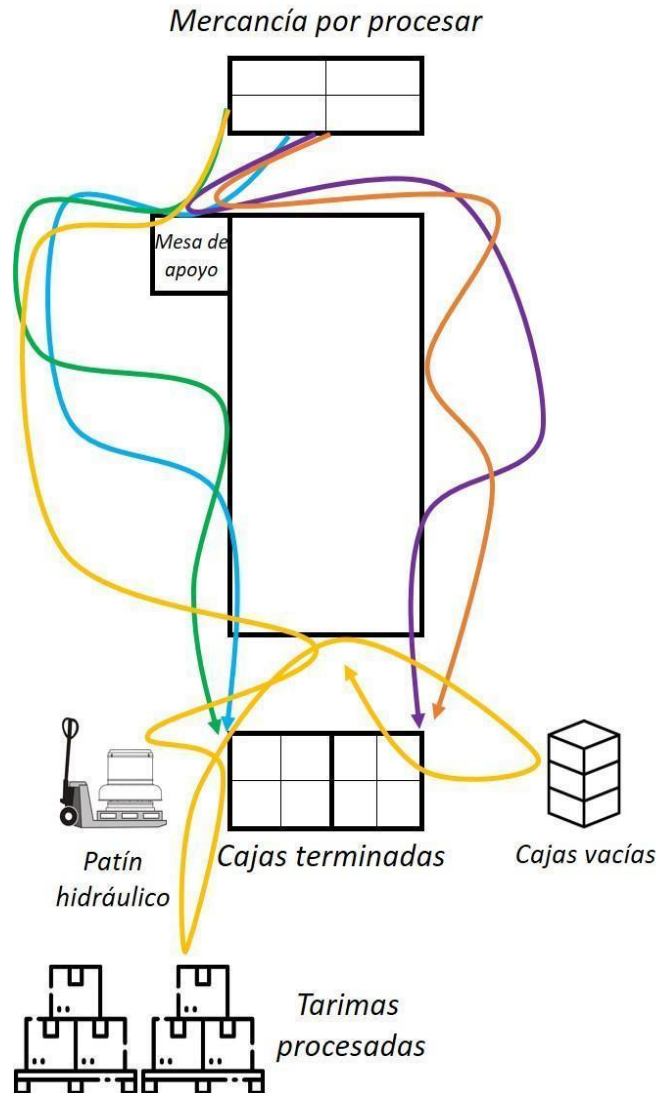


Figura 4.6 Diagrama de espagueti

Como se observa en la figura 4.6, los movimientos de las operadoras dentro del área de trabajo son similares, a excepción de la operadora dos que además de sus actividades está asignada a proveer cajas vacías para colocar la mercancía, así como de colocar las cajas terminadas en la tarima y retirarla cuando está completa. En la siguiente figura se observan la clasificación de los elementos en el cursograma analítico operario/material/equipo dividido por elemento.

Cursograma analítico						
Operario/Material/Equipo						
Diagrama: 1	Hoja 1 de 1	Resumen				
Artículo: Playeras	Actividad			Actual	Propuesta	Economía
Actividad: Etiquetado de mercancía	Operación			15	12	
Método: Actual/Propuesto	Transporte			7	4	
Lugar: Etiquetado	Espera			2	2	
Observaciones: Nivel de dificultad medio	Inspección			3	2	
Ficha núm:	Almacenamiento			1	1	
Compuesto por:	Distancia (m)			12.9	6.9	
Aprobado por:	Tiempo (min-hombre)			2.5	2.1	
Costo - Mano de obra - Material				-		
Total						
Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)	Símbolo		Observaciones
Ir por mercancía	-	0.06	2	○		1 operadora/ manual
Verificar documentos	-	1.00	-	□		1 operadora
Llevar mercancía para separarla	-	0.05	2	▷		1 Operadora/manual
Llevar etiquetas	-	0.08	1	◁		1 operadora
Ir al área para separar mercancía	-	0.08	1	◁		1 operadora
Separar mercancía	1	0.04	2	○		1 operadora
Llevar mercancía a estación	-	0.05	1	▷		1 operadora
Abrir caja de cartón	-	0.06	-	□		1 operadora
Revisar documentación	-	0.02	-	▷		1 operadora
Validar cantidad de piezas	-	0.06	-	□		1 operadora
Contar y colocar mercancía	1	0.02	-	▷		1 operadora
Seleccionar etiquetas	1	0.06	-	○		1 operadora
Cortar etiquetas	-	0.19	-	□		1 operadora
Repartir etiquetas	-	0.06	-	▷		1 operadora
Total	1	1.83	9			
Tomar etiqueta y pistola de etiquetado	-	0.004	-	○		1 operadora / de pie
Tomar prenda	1	0.02	0.38	▷		1 operadora / de pie
Cortar empaque	1	0.02	-	□		1 operadora / de pie
Tomar prenda para etiquetar	1	0.02	--	▷		1 operadora / de pie
Etiquetar	1	0.03	-	○		1 operadora / de pie
Meter etiqueta en el empaque	1	0.03	-	▷		1 operadora / de pie
Acomodar prenda	1	0.02	-	▷		1 operadora / de pie
Poner mercancía en caja	1	0.07	1.25	▷		1 operadora
Total	1	0.20	0.38			
Repetir la operación de etiquetado n veces						
Tomar una caja	1	0.13	2.15	○		1 operadora/ manual
Limpiar contenedor	1	0.08	-	□		1 operadora/ manual
Contar y colocar piezas	1	0.04	0.42	▷		1 operadora/ manual
Llevar caja a la tarima	1	0.02	1	▷		1 operadora/ manual
Estibar caja	1	0.08	-	▷		1 operadora/ manual
Retirar tarima	1	0.11	-	▷		1 operadora
Total	-	0.46	3.57	15	3	2
TOTAL		2.49	12.95			7

Figura 4.7 Cursograma analítico operario/material/equipo

En la figura 4.7 se muestra el cursograma analítico en donde se observan las 15 operaciones, tres inspecciones, dos esperas, siete transportes y un almacenamiento. El ciclo de una pieza toma 2.49 minutos y el recorrido es de 12.95 metros. En rojo se encuentran marcadas las

actividades que para el método propuesto se consideran eliminar, con esta propuesta se eliminarían seis metros de recorrido y 0.4 minutos que representa 46% del recorrido total y 16% en tiempo.

4.2 Plan de trabajo

Con base en la información presentada, se realizó un proyecto de mejora. La principal limitación es el presupuesto económico. El principal problema observado en el proceso de colocación de etiqueta, es la falta de estandarización y que se pueden resolver cambiando las estaciones de trabajo colectivas por individuales, además de registro de indicadores. Debido a esto, el proyecto solo considera mejoras a corto plazo. En total, el plan de trabajo del proyecto tiene una duración de ocho meses. Las actividades se dividen en tres, *layout*, estaciones de trabajo y procedimientos. Las actividades son dependientes iniciando con el nuevo *layout* y tiene una duración de un mes. Las nuevas estaciones de trabajo tienen una duración de dos meses, el cambio e instalación dos semanas cada uno. Finalmente los procedimientos incluyen la revisión y formalización con duración de dos meses y después del primer mes, en paralelo, se inicia la estandarización de operaciones, en el mes subsecuente el registro de indicadores y para terminar, se considera un mes de observación para posibles mejoras.

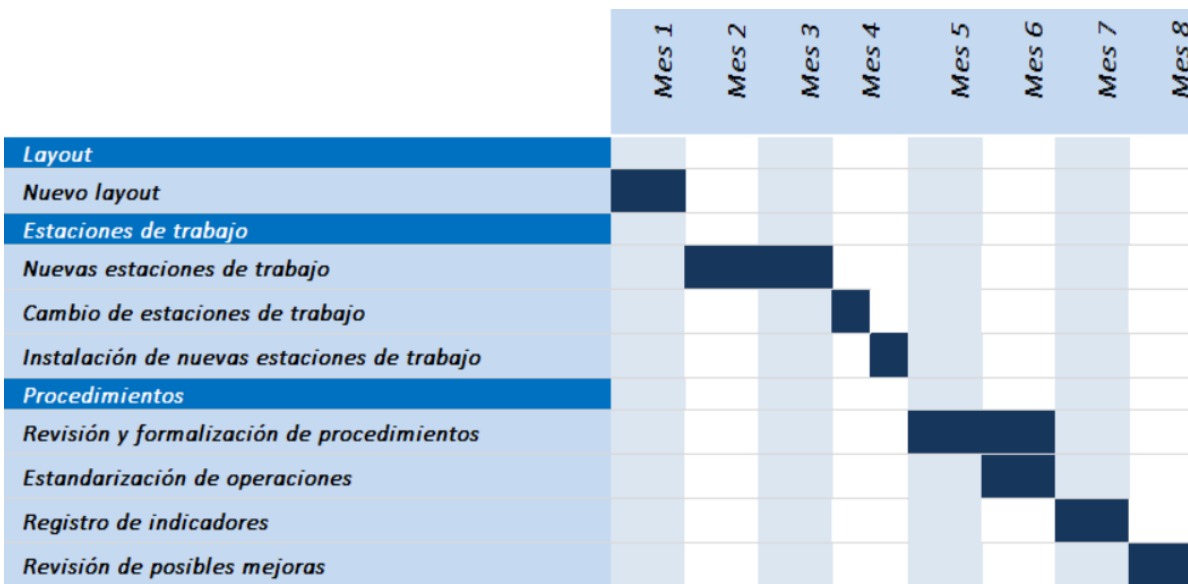


Figura 4.8 Plan de trabajo del proyecto

En la figura 4.8 se muestra el plan de trabajo del proyecto con duración de ocho meses. Se encuentra dividido en tres, para iniciar, el *layout*, tiene una duración de un mes, las estaciones de trabajo de tres meses y los procedimientos cuatro meses.

4.3 Propuestas

Las alternativas de solución inmediatas para resolver las desviaciones detectadas en la operación es el cambio en el *layout*. Para la nueva distribución, como se muestra en la siguiente figura, se reorganiza el área de chequeo para lograr una mejor distribución de la mercancía y crear un flujo continuo, además, se agrega un espacio para separar la mercancía que previamente se realizaba en las mesas de trabajo.

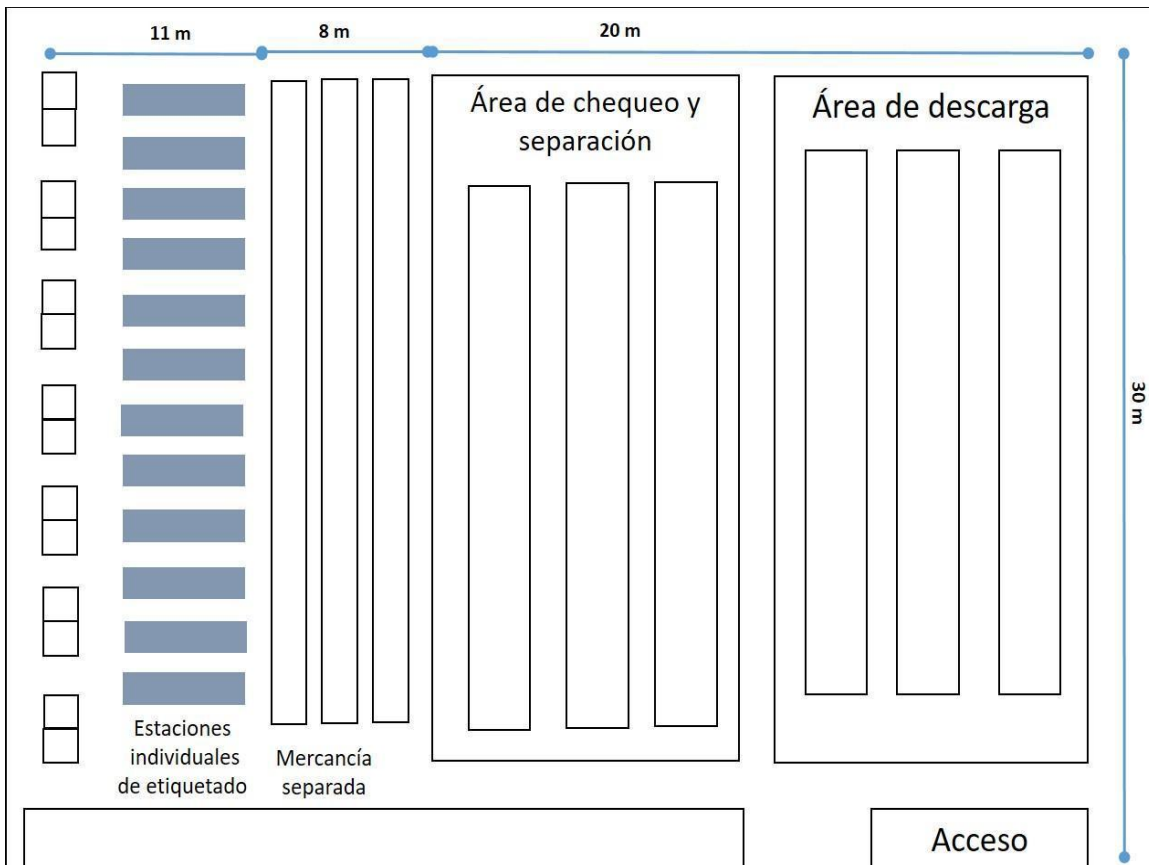


Figura 4.9 Layout propuesto

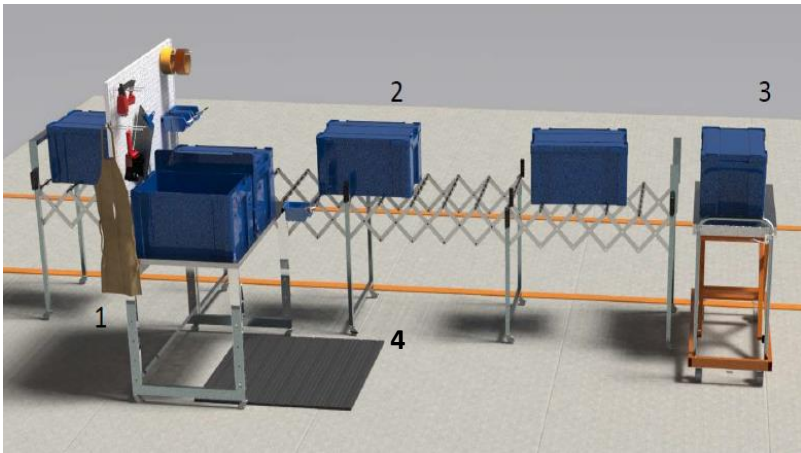
En la figura 4.9 se observa el nuevo *layout*, el área de descarga no sufrió cambios, el área de chequeo se redujo de 25 a 20 metros, en un espacio de ocho metros, se realizan funciones de separación de mercancía, finalmente las nuevas estaciones individuales de etiquetado que ocupan un espacio de 11 metros.

4.3.1 Nuevas estaciones de trabajo

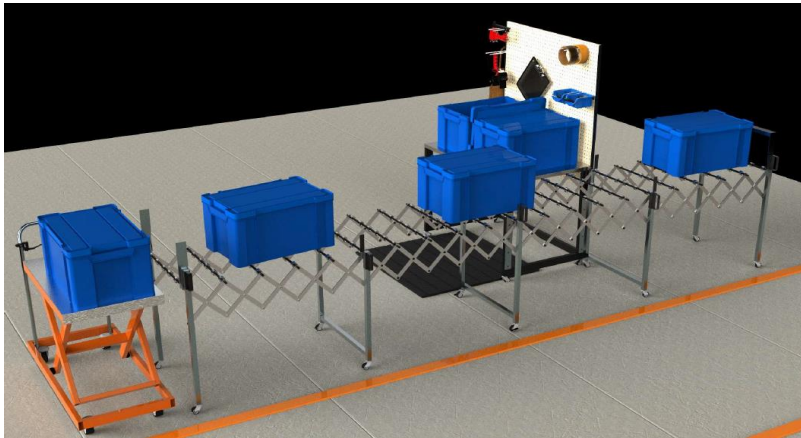
La propuesta es un rediseño de las estaciones colectivas de trabajo, se cambian por estaciones individuales con un diseño integral que incluye espacios para las herramientas de trabajo que permitan no solo el orden y la limpieza, sino una operación fluida y ergonómica

para las operadoras. El diseño y fabricación de las estaciones están fabricadas por un proveedor especializado y le tomó dos meses. Las nuevas mesas de trabajo son en tubular electro pintado con cubierta de aglomerado con forro exterior de acero inoxidable, respaldo en panel perforado, fabricado en madera compensada, generalmente comercializada sin acabado. Incluye accesorios para porta botella, mandil de trabajo (1) y ganchos cromados para colgar. La estación incluye mesas con rodillos de transporte de mercancía (2), mesa de elevación de pistón con tres posiciones de alturas ajustables (3) y tapete ergonómico anti fatiga color negro (4). En la tabla 4.15 se observas las imágenes digitales creadas en AutoCAD en tercera dimensión a partir del modelo analizado de la nueva estación individual de trabajo con los elementos que se describen más adelante.

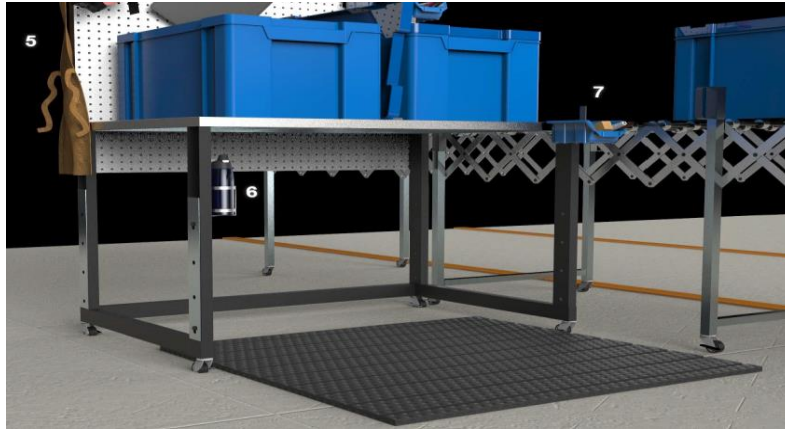
Tabla 4.15 Nuevas estaciones de trabajo



(a)



(b)



(c)



(d)

1. **Mesa de trabajo:** Elaboradas con aglomerado y forro exterior de acero inoxidable, sus medidas son: 1.01 m de largo, 0.66 m de ancho, 0.745 m de altura a la mesa y 1.56 m hasta el respaldo.
2. **Banda transportadora expandible:** Elaborada de acero inoxidable de 2 m de largo por 0.695 m de ancho.
3. **Mesa de elevación manual:** Plataforma de acero inoxidable con ruedas, de 81 cm de largo por 50 cm de ancho, altura mínima de 28 cm y máxima de 89 cm
4. **Tapete anti fatiga:** Elaborado de PVC diamantado color negro y base de hule esponja neopreno con superficie de 90 cm de largo por 60 cm de ancho y 3/8" de grosor.
5. **Gancho para mandil:** Elaborado de acero inoxidable para colocar el mandil de trabajo.
6. **Porta ánfora metálica:** Elaborado de acero inoxidable para colocar las botellas de agua.
7. **Soporte de charolas plásticas:** Elaborado de acero inoxidable para colocar charolas.
8. **Gancho para mandil:** Elaborado de acero inoxidable para colocar el mandil de trabajo.

9. **Charolas organizadoras modulares:** Elaborado de acero inoxidable para colocar las charolas de material.
10. **Ganchos de alambrión para utensilios:** Elaborado de acero inoxidable para colocar las cintas adhesivas.

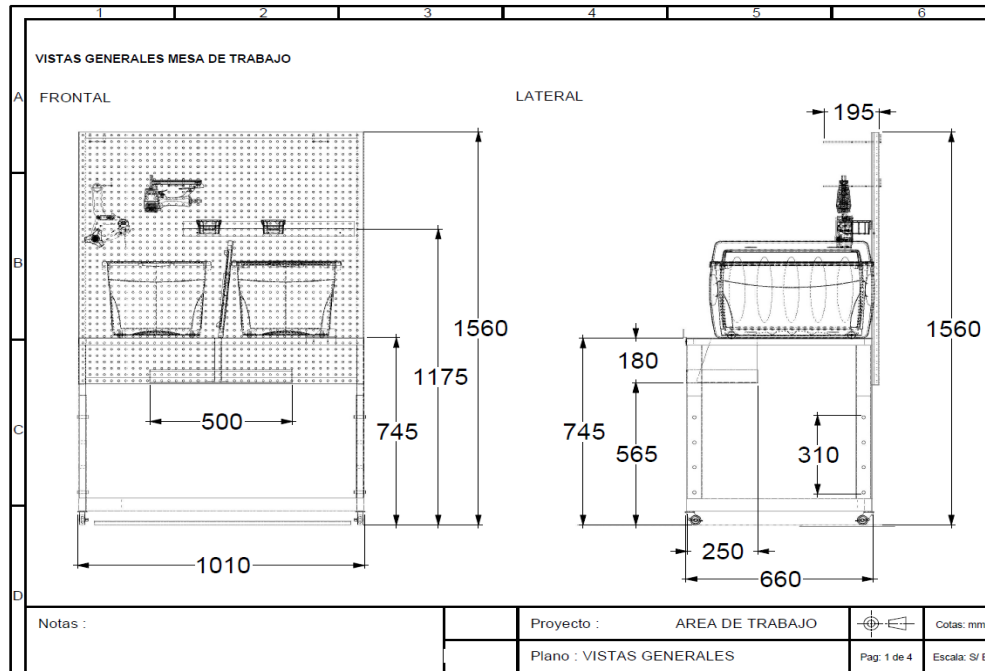


Figura 4.10 Vista general de la estación de trabajo 2D

En la figura 4.10 se observa la vista general de la estación de trabajo en dos dimensiones elaborada en AutoCAD, vista frontal y lateral con las medidas correspondientes de cada elemento.

4.3.2 Cambio e instalación de nuevas estaciones de trabajo

La instalación de las estaciones de trabajo se realizó en fin de semana para evitar detener la operación en días laborales, después de realizar el pedido, el proveedor solicitó dos meses para su fabricación y entrega. Las estaciones fueron armadas e instaladas en sitio por el proveedor.

4.3.3 Revisión y formalización de procedimientos

Como parte de la revisión y formalización de procedimientos se considera que la documentación juega un papel importante en la ejecución de los procesos que se llevan a cabo. Después de instalar las nuevas estaciones de trabajo, en el mes cinco, se planeó estandarizar las operaciones e iniciar con el registro de indicadores para medir la productividad y observar posibles mejoras en la ejecución de las tareas. Posteriormente esta

actividad fue entregada para ser supervisada a los responsables del departamento. El supervisory y jefe del área recibieron la información para poder capacitar al personal de nuevo ingreso, también son responsables de elaborar el manual de procedimientos y la hoja de trabajo estándar.

4.3.4 Registro de indicadores

En la tabla 4.16 se muestran los cinco indicadores clave que se medirán a través de los registros de las piezas contenidas en el pedido asignado a cada operadora, información que se encuentra en el sistema, y así, dar seguimiento a los objetivos planteados. Como se puede observar, cuatro son operativos, tres de ellos se enfocan en el operador y uno en el tiempo de proceso general. El quinto indicador es el costo por pieza de carácter financiero, este es crítico ya que involucra todos los costos generados por sueldos, horas extra, materiales, etc. del área.

Tabla 4.16 Indicadores a medir

Indicador	Frecuencia	Tipo
<i>Piezas procesadas por operador</i>	Diaria Semanal Mensual Anual	Operativo
<i>Tiempo de proceso</i>	Diario Mensual Anual	Operativo
<i>Porcentaje de errores por operador</i>	Diaria Semanal Mensual Anual	Operativo
<i>Cumplimiento de 5 s por estación de trabajo</i>	Diaria Semanal Mensual Anual	Operativo
<i>Costo por pieza</i>	Mensual Anual	Financiero

4.3.5 Estandarización de operaciones

Una vez instaladas las nuevas estaciones y definidos los indicadores, inicia la estandarización en las operaciones, que consiste en analizar y detectar aquellos desperdicios realizando

observaciones, recorridos y mediciones periódicas, así como, asegurar que las condiciones de trabajo sean las deseadas y que las operadoras conozcan las especificaciones y resultados esperados, a través de los indicadores que surjan del cambio realizado. Cada operadora deberá conocer detalladamente los pasos a seguir de su proceso para lograr su objetivo, así como la estructura del trabajo y del nuevo *layout*. Se considera una curva de adaptación y aprendizaje de una a tres semanas para poder observar cambios significativos en la productividad.

4.3.6 Revisión de posibles mejoras

Durante un mes se continuará observando y midiendo la operación para detectar posibles mejoras, en caso de que se detecten anomalías se crearán planes de acción de forma inmediata para solucionarlos. La estrategia principal consiste en llevar un seguimiento adecuado que constará de reportes diarios por estación-operadora para verificar que efectivamente están cumpliendo la productividad y que realizan sus actividades con normalidad con la nueva distribución del trabajo.

Las áreas de oportunidad detectadas se mejorarán de acuerdo con ciclo PDCA, planear, implementar las mejoras, verificarlas y documentar para estandarizar. Este proceso se seguirá ejecutando de forma cíclica para continuar con prácticas de mejora continua en el departamento en conjunto con el área de auditoría interna, esto asegurará el cumplimiento futuro y la detección de oportunidades de mejora que surjan. También se seguirá la estructura del cuadro de mando integral para transformar la estrategia en objetivos operativos medibles y relacionados que faciliten la asignación de recursos por parte de la dirección en caso de ser necesaria una inversión.

Capítulo 5 Análisis de propuestas implementadas

En el capítulo anterior se desarrollaron las propuestas de mejora que surgieron de las observaciones y análisis de un proceso operativo que tenía más de 15 años sin mejoras significativas. Con la implementación de nuevos sistemas, se dio prioridad a las actividades relacionadas con las tecnologías de la información. El proceso de etiquetado, al ser un proceso manual, perdió atención con el paso del tiempo, esto causado principalmente por la falta de indicadores claros y definidos que permitieran detectar bajas productividades y condiciones anti ergonómicas del mobiliario.

Lo más importante fue la diferente respuesta que se tuvo entre las operadoras, la mayoría de ellas identificaban visualmente algunas de las áreas de oportunidad y focos rojos que requerían atención. Sin embargo, al no ser análisis estructurados y solo reportes o peticiones aisladas al jefe o supervisor del área no eran atendidas porque se carecía de bases sólidas para cuantificar y dimensionar el problema.

Basado en la comparativa de los registros de la productividad promedio previa a la instalación de las nuevas estaciones de trabajo (1379 piezas) y a la productividad promedio registrada durante el periodo inmediato posterior a la implementación (1707 piezas), se incrementó un 23.8%, se espera que incremente una vez que se haya superado la curva de aprendizaje y adaptación, la medición de esta no es alcance de este trabajo.

Anualmente tomando en cuenta la jornada diaria de cada operadora debería trabajar 2496 horas sin horas extras, el año anterior se registraron 3248 horas por operadora, esto es 752 horas extras anuales por operadora si se trabajan en sábados y domingos son pagadas al doble y al triple respectivamente. Durante los primeros meses de medición las horas se redujeron 66%, ya que aproximadamente cada operadora trabajó solo 21 horas adicionales al mes de las 62 aproximadas que solían trabajar, cabe mencionar que las horas extras que se trabajaron durante esos meses fueron debido a pedidos urgentes que fueron recibidos al final de la semana y se requerían para el siguiente día hábil, por lo que fue necesario laborar en fin de semana. En ocasiones las operadoras disminuían su ritmo de trabajo para recibir el pago de horas extras, ahora por el contrario, lo aceleran y mantienen porque se implementaron bonos por productividad.

Los recorridos se redujeron de manera considerable y no solo contribuyeron al incremento de la productividad y reducción de horas extras, sino que el orden de las actividades realizadas es visible y fomenta la limpieza del área, esto no se pudo cuantificar, el impacto es indirecto en la productividad; sin embargo, durante los recorridos se observa el área ordenada, pasillos limpios sin mercancía que obstruya el paso y rutas de evacuación.

5.1 Análisis comparativo costo-beneficio

Las nuevas estaciones de trabajo consideran una inversión de \$550,000 pesos mexicanos, cada una con un precio de \$22,000. En total son 25 estaciones de etiquetado, la depreciación de estas estaciones al pertenecer al rubro de mobiliario y equipo es a cinco años. El año anterior a la medición, se gastaron \$2'800,000 en pagos de horas extras al personal operativo, si se continúa con la disminución del 66% de horas extras medida durante dos meses, anualmente se tendría un ahorro de \$1'848,000.

En la tabla 5.1 se observa el costo beneficio, como primer concepto la inversión anual de las estaciones de trabajo depreciada a cinco años, la depreciación correspondiente al mobiliario. Esto significa que cada año se haría un gasto de \$110,000 pesos para cubrir las. El segundo concepto es el ahorro estimado, basado en las mediciones de dos meses hubo un ahorro del 66% en pagos de horas extras, si se considera este porcentaje anual durante cinco años se obtendría un ahorro de \$9'240,000, restando la inversión se obtiene el tercer concepto, ahorro-inversión, en total se tendría un ahorro neto de \$8'690,000. Con estos cálculos se obtiene la tasa interna de retorno (TIR) que sería de 1580%. Esta tabla muestra claramente el beneficio económico que tendrá el proyecto proyectado a cinco años, que además permanecerá durante más tiempo.

Tabla 5.1 Comparativa costo beneficio

		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión	550,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000
Ahorro estimado	9,240,000	1,848,000	1,848,000	1,848,000	1,848,000	1,848,000
Ahorro – inversión	8,690,000	1,738,000	1,738,000	1,738,000	1,738,000	1,738,000
TIR	1580%					

5.2 Matriz de canvas del proyecto

La matriz canvas del proyecto de la siguiente figura, resume de forma simplificada los conceptos más importantes del proyecto.

Costos: \$550,000 en estaciones de trabajo	Beneficios: Ahorro en reprocesos y horas extras
Actividades clave: Diseño de estaciones de trabajo individuales Estandarización de operaciones Capacitación del personal Medición de indicadores Mejora continua	
Socios clave: Dirección Cedis	Recursos clave: Ingeniero de proyecto Nuevas estaciones de trabajo
Propuesta de valor: Productividad y ergonomía	
Relación con los clientes: Tiempos de envío de mercancía	Canales de comunicación: Verbal y escrita
Segmentos de clientes: Todos	

Figura 5.1 Canvas del proyecto

En la figura 5.1, se observa la matriz que se requiere para visualizar de forma clara los conceptos clave del proyecto como son: costos, beneficios, actividades clave, socios clave, recursos clave, relación con los clientes, canales de comunicación y segmentos de clientes.

5.3 Lecciones aprendidas

Como parte del proyecto se registra el conocimiento adquirido y las reflexiones que servirán para retener las mejores prácticas y transformarlas en activos organizacionales para proyectos futuros.

Lo más difícil fue cambiar la forma de responder de las personas, estaban adaptadas a actividades iterativas y sin cambios considerables durante más de diez años. Uno de los beneficios que se pudo conocer entrevistando a algunas operadoras fue la reacción que tuvo la implementación de las estaciones de trabajo, en ocasiones las operadoras solicitaban algunas herramientas de trabajo que al no tener un soporte o análisis eran rechazadas por parte de la dirección, este estudio fomenta el escuchar las solicitudes del personal operativo para que los ingenieros detecten posibles mejoras.

En la selección de las operadoras promedio para el estudio, se realizó una bitácora de la productividad del área porque no se contaba con información, esto ocasionó una semana de atraso para el inicio de las mediciones, el registro de indicadores en los procesos es algo

indispensable para poder obtener información, de haber contado con esta información por parte del departamento se hubiera procedido a seleccionar a las operadoras promedio.

Otra situación que se presentó, fue que una sola persona tomó los tiempos de la estación de trabajo de cinco operadoras, debido a esto, se realizó la actividad de forma secuencial en lugar de simultáneamente, lo ideal hubiera sido tener cinco ingenieros midiendo a cada operador; sin embargo, por los recursos humanos asignados al proyecto esto no fue posible y podría considerarse para futuras mediciones.

Finalmente uno de los hallazgos importantes fue la información obtenida durante el análisis de los gráficos de control, se detectaron diversas variables que interfieren en el proceso y requieren atención de forma individual; sin embargo, no se contaban con suficientes datos para poder evaluarlo a detalle. También, es importante que para este tipo de estudios las muestras sean completamente aleatorias e independientes pues las mediciones con las que se contaban de cada X_i eran de una operadora en específico.

Capítulo 6 Conclusiones y recomendaciones

En este proceso se logró incrementar la productividad y optimizar el proceso manual de colocación de etiqueta de precio de mercancía, así como reducir los costos operativos. A través de herramientas de calidad como el diagrama de espina de pescado o Ishikawa y de un Pareto se identificó el principal problema del área: la baja productividad. En segundo lugar, se midieron tiempos y movimientos del proceso utilizando formatos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en donde se dividió la operación en elementos para calcular tiempos promedio y clasificar a las operadoras. Se realizó una medición de la productividad individual para comparar los resultados en equipo con los del trabajo de una sola operadora y se representaron con histogramas que mostraron un gran cambio con la productividad individual. A través del análisis de estos dos estudios se llegó a la conclusión de que el trabajo colaborativo debía migrar a trabajo individual.

Se sugiere investigar los fenómenos detectados en el diagrama de control, se detectó alta variabilidad dependiente de más de una variable y que posiblemente están ligadas a que no se daban incentivos económicos a las operadoras por cumplir o superar la productividad, pues se observó que no siempre la misma operadora es la que tenía el mejor o peor desempeño. Además, la complejidad del empaque puede utilizarse para segmentar y medir en una segunda etapa.

Para analizar los recorridos, se realizó un cursograma analítico que sirvió para identificar los elementos que podían ser mejorados o eliminados para disminuir el tiempo total del ciclo, como complemento se dibujó un diagrama de espagueti dentro de la estación actual para identificar las tareas principales que realiza una operadora durante el proceso, con este análisis se concluyó que los movimientos dentro de una misma estación eran innecesarios y repetitivos por cinco operadoras confirmando una vez más las estaciones individuales de trabajo.

Para registro de indicadores, se identificaron los que se deben medir en el área para poder calcular un esquema de compensaciones y bonos por cumplimiento. El registro de la productividad e indicadores (*KPIs*) permitieron la ejecución de planes de acción posteriores y la implementación de una cultura de mejora continua en el área basada en medir, además que a través de esto se confirma que el personal operativo requiere de incentivos y motivaciones para cumplir y superar los objetivos diarios.

Posteriormente se diseñaron las estaciones de trabajo individuales integrando una solución a los hallazgos de los análisis previos que facilitarían la operación y contribuyeron a que la productividad, fuera ergonómica y permitiera a una sola operadora no solo llevar a cabo las tareas que antes realizaban en equipo, sino mantener el orden y la limpieza en una estación

diseñada con compartimentos específicos para colocar las herramientas de trabajo. Se calculó el retorno de la inversión con la depreciación del mobiliario a cinco años y se obtuvo un beneficio mayor al esperado.

Por último, se utilizaron herramientas estratégicas para la presentación y justificación del proyecto tomando como base el cuadro de mando integral que permitió conocer el estado actual e histórico de la operación para poder crear estrategias concretas inmediatas y a corto plazo, así como la matriz canvas donde se muestra el resumen del proyecto y permite hacer una comparativa de los beneficios y la inversión.

Bibliografía

GUTIÉRREZ Pulido Humberto y Román de la Vara Salazar (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. McGraw Hill, México.

LEE J. Krajewski y Larry P. Ritzman (2008). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. Pearson Prentice Hall. México.

LIKER K. Jeffrey (2020). *Las claves del éxito de Toyota*. Paidós Empresa. Ciudad de México. México.

MARBAISE Magali (2017). *El modelo canvas*. Economía y empresa en 50 minutos. México, DF.

OIT Oficina Internacional del Trabajo (2010). *Introducción al estudio del trabajo*. Limusa. Ginebra, Suiza.

OSTERWALDER Alex (2014). *Value Proposition Design*. Wiley & Sons. New Jersey, EUA.

SCRUCCA, L. (2004). qcc: an R package for quality control charting and statistical process control. R News 4/1, 11-17.

SOMOZA Emilce y Alejandro Gandman (2003). *Packaging: Aprender El Envase*. Nobuko, Buenos Aires, Argentina.

VERDOI Juan Pablo (2006). *Manual de control estadístico de calidad: teoría y aplicaciones*. Universitat Jaume I, Servei de Comunicació i Publicacions, Madrid, España.

VILLAR Barrio José Francisco, Fraile Fermín Gómez, Miguel Tejero Monzón (1997). *Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad*. Fundación Cofemetal. Madrid, España.

ZANDIN Kjell B (2001). *Maynard's Industrial Engineering Handbook*. McGraw Hill, EUA.

CARRANZA K. R. y G. H. Guerra (2019). *Implementación de la metodología del ciclo de Deming en la gestión de procesos operativos de un taller automotriz*. Consultado en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14991>

DOF (2004). Información comercial-etiquetado general de productos. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 01/06/2004. Consultado en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=708514&fecha=01/06/2004

DOF. (2006). Información comercial-Etiquetado de productos textiles, prendas de vestir, sus accesorios y ropa de casa. 2006, de SCFI Sitio web: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4912048&fecha=21/06/2006

GRADOS Arellano Rodrigo Alejandro (2016). *Implementación del ciclo de mejora continua, Deming para mejorar la productividad en el área de logística de la empresa de confecciones KUYU S.A.C.* Consultado en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/969>

GS1 México (2018). *¿Cómo se clasifican las etiquetas?* Consultado en: <https://blog.gs1mexico.org/normas-para-la-etiqueta-de-productos>

HISTORIAS DE EMPAQUES (2013). *El Papel, Una historia bien entrelazada.* Consultado en: <https://historiasdeempaques.wordpress.com/2013/01/03/el-papel-una-historia-bien-entrelazada/>

JUÁREZ Téllez Javier Eduardo (2018). *Implementación de la metodología DMAIC para la mejora de un proceso productivo en una empresa del ramo logístico.* Consultado en: <http://132.248.9.195/ptd2018/octubre/0781663/Index.html>

JUÁREZ Téllez Javier Eduardo (2018). *Implementación de la metodología DMAIC para la mejora de un proceso productivo en una empresa del ramo logístico.* Consultado en: <http://132.248.9.195/ptd2018/octubre/0781663/Index.html>

JUERGEN Gross and Uwe Ligges (2015). *nortest: Tests for Normality.* R package version 1.0-4. Disponible en: <https://CRAN.R-project.org/package=nortest>

ROSALES Espejel Erika Abigail (2015). *Mejora continua de procesos: instrumentación y aplicación en un almacén de logística.* Consultado en: <http://132.248.9.195/ptd2015/mayo/0729291/Index.html>

WEBER Thomas (2020). *What is a spaghetti diagram?* Consultado en: <https://www.vistable.com/what-is-a-spaghetti-diagram/>