

PROPUESTA PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA 1 EN LA FABRICACIÓN DE SANDALIAS EN UNA PYME

Stevens Ramírez Jaramillo
esteven.ramirez00@usc.edu.co

Jhon Davis Lasso Garcia
Jhon.lasso00@usc.edu.co

Ing. García Delgado Raul Alberto
ragarcia@usc.edu.co

Carlos Tavera
carlos.tavera00@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial

Resumen

Día a día el mundo viene presentando importantes cambios económicos, en donde los mercados emergentes cada día se hacen más importantes y más valiosos para la economía mundial. Es en este escenario donde las prácticas empresariales relacionadas con dirección, la producción y la logística se hacen más transversales para garantizar la competitividad de las empresas y enfocar los lineamientos que certifiquen su perdurabilidad. El calzado es un importante sector de la economía colombiana, aportando desarrollo, empleo, crecimiento y bienestar social. Actualmente el sector enfrenta dificultades como la entrada de producto chino, que además de ser más económico, entra por medio de contrabando, evadiendo impuestos, con lo que sus precios pueden ser aún más competitivos. Aunque el aumento del intercambio comercial puede ser una oportunidad para el sector, también representa un reto para el mismo, pues ahora deberá competir de forma más directa con empresas de países desarrollados, que cuentan con mejor infraestructura y tecnificación. Nuestras PYMES no deben tratar de competir por precio, sino que deben buscar generar un valor agregado y diferenciador de sus productos. Esta propuesta consiste en elaborar un estudio de tiempos y movimientos en una línea de producción para las empresas de la industria del calzado y derivados de la EVA (Etil, vinilo y acetato). En la propuesta se plantea un modelo para el estudio de tiempos y movimientos como herramienta para la productividad de las PYMES.

Palabras Clave: Calzado, Calidad, Productividad, Rentabilidad, competitividad, EVA

Abstract

Day by day the world is undergoing major economic changes, where emerging markets are becoming more important and more valuable for the global economy. It is in this scenario where business practices related to management, production and logistics become more cross-cutting to ensure the competitiveness of companies and focus the guidelines that certify their sustainability. Footwear is an important sector of the Colombian economy, providing development, employment, growth and social welfare. Currently the sector faces difficulties such as the entry of Chinese product, which in addition to being cheaper, enters through smuggling, evading taxes, so that their prices can be even more competitive. Although the increase in commercial exchange may be an opportunity for the sector, it also represents a challenge for the sector, as it will now have to compete more directly with companies from developed countries, which have better infrastructure and technology. Our SMEs should not try to compete for price, but should seek to generate added value and differentiate their products. This proposal consists of elaborating a study of times and movements in a production line for companies in the footwear industry and derivatives of EVA (ethyl, vinyl and acetate). The proposal proposes a model for the study of times and movements as a tool for the productivity of SMEs.

Keywords: Footwear, Quality, Productivity, Profitability, competitiveness, EVA.

1. INTRODUCCIÓN

Las PYMES manufactureras se han convertido en un sector de gran influencia en la economía de nuestro país, por lo que diariamente se están enfrentando a un mercado acelerado y que requiere de una estructuración que genere ventajas competitivas en pro de continuar creciendo y fortaleciéndose para así poder captar más mercado, mediante la implementación de estrategias que contribuyan significativamente al crecimiento de las organizaciones, al desarrollo económico y a la generación de empleo, permitiendo así que éstas lleguen a las metas esperadas.

Aunque actualmente las organizaciones operan de una forma que ha permitido que lleguen al mercado objetivo. Es importante reinventar la operación para que de esta forma se puedan presentar una oferta competitiva y de calidad dentro de toda la cadena productiva.

Esta propuesta fue presentada en una PYME del sector del calzado ubicada en el municipio de Yumbo Valle Del Cauca (Colombia) y sirve como parte del estudio para proponer una mejora que consta de estandarizar los tiempos y movimientos del proceso productivo para una línea. (Sandalía tres puntadas).

A continuación, se explican los conceptos más relevantes con el objetivo de contextualizar las ideas y significados:

Métodos y tiempo de trabajo: La ingeniería de tiempos y movimientos, es una técnica sistemática para el diseño y mejoramiento de sistemas de trabajo. Proporciona un método unificado y riguroso para: analizar la situación actual de trabajo, identificar problemas y crear ideas de mejoramiento y seleccionar los mejores para luego implementarlas, estandarizar los métodos nuevos, asegurar su adopción, medir y evaluar impacto. En un contexto de producción, esto implica el análisis de los sistemas de trabajo actual y propuesto para lograr una transformación óptima de los insumos en productos (Zandin, 2005).

Estudio de método: Es una técnica que somete a cada operación de un trabajo a un análisis detallado para eliminar todo elemento u operación innecesaria además; Consiste en el registro, análisis, examen crítico y sistemático de los métodos existentes de las propuestas para llevar a cabo a un trabajo y en el desarrollo y aplicación de los métodos más sencillos y eficientes. Consiste en mejorar la forma de hacer un trabajo y en adiestrar al personal en los nuevos procedimientos (Riggs, 1998).

Dentro del Estudio de tiempos se pueden mencionar algunas definiciones importantes:

✓ **Concepto Estándar:** Según Burgos (ob.cit.) una medida estándar constituye un denominador común o base para expresar una característica o fenómeno en términos cuantitativos. Ejemplos de estándares comunes son el metro, el segundo, el grado centígrado, la libra. Esta unidad de medición es arbitraria con el único requerimiento de que la población que va a usarla este en total de acuerdo con ella y que la misma sea comunicable.

¹**Muestreo de Trabajo:** Es un método que permite analizar el trabajo mediante un número grande de observaciones tomadas en momentos aleatorios. Investiga las proporciones del tiempo total dedicadas a las diversas actividades que constituyen una tarea o una situación de trabajo.

²**Tiempos Predeterminados:** La operación debe ser dividida en movimientos básicos para asignar a cada uno de ellos un tiempo. Se emplea el cronómetro para medir la duración total del proceso y las operaciones especiales. Son estudios muy costosos y tardados, útiles en operaciones muy repetitivas y de alto volumen.

¹ Disponible en: <http://educommons.anahuac.mx:8080/eduCommons/ingenieria-de-procesos-de-fabricacion/ingenieria-de-metodos/Unidad-4-OCW.pdf>

² Disponible en: <http://educommons.anahuac.mx:8080/eduCommons/ingenieria-de-procesos-de-fabricacion/ingenieria-de-metodos/Unidad-4-OCW.pdf>

1.1 Planteamiento del problema

Descripción del Problema

En la línea de producción denominada como LÍNEA1 por el tipo de sandalia que se ensambla, actualmente se presentan demoras en los ciclos de producción, los cuales conducen a tener bajos índices de productividad, y bajos volúmenes, lo que genera bajo ingreso por venta.

“El ciclo productivo o ciclo de producción es el periodo desde el inicio de un proceso productivo, como lo es la ideación y la inversión en las materias primas, hasta cuando se adquiere el pago del producto final vendido en el mercado. Si bien, este ciclo define el período en que la empresa (siendo una unidad de producción), mide los costos e ingresos, no hay una única respuesta sobre cuánto duraría el proceso, pues frecuentemente hay distintas posibilidades en su duración.”³

A continuación, se describe el ciclo de producción completo de la línea 1 para la fabricación de sandalias en una PYMES y que consiste en las siguientes actividades:

1. El departamento de ingeniería utiliza un proceso iterativo para desarrollar diseños de productos. Este proceso requiere aportaciones del departamento de contabilidad con respecto a los costos de los componentes propuestos del producto, mientras que el departamento de marketing asesora sobre las características necesarias del producto. El grupo de ingeniería industrial proporciona información sobre cómo se pueden diseñar nuevos productos para hacerlos más fáciles y menos costosos de fabricar. El personal de ingeniería incorpora un precio de venta y un margen de beneficio específicos en su trabajo de diseño, en un proceso denominado cálculo de costos objetivo, para diseñar nuevos productos que garanticen un beneficio razonable.
2. Una vez que se ha finalizado el diseño del producto, el personal de ingeniería crea una lista de materiales, que detalla cada componente del producto. También trabaja con el grupo de ingeniería industrial, por lo general a través de varias corridas de producción, para desarrollar un enrutamiento de mano de obra, que establece la cantidad estimada de mano de obra que se requerirá en cada estación de trabajo de producción para completar el producto.
3. Se utiliza un pronóstico de ventas del departamento de ventas como un aporte para el desarrollo de un plan de producción, que establece el número de unidades que se producirán, así como el momento en que se iniciará cada lote del producto. Según este programa, el sistema emite solicitudes de compra al departamento de compras para obtener las materias primas necesarias.
4. El personal de administración de materiales libera las órdenes de trabajo en el departamento de producción de acuerdo con los requisitos del plan de producción, y programa personal de trabajo directo en función de la información de ruteo de mano de obra para cada producto en el taller. Los productos terminados se envían inmediatamente a los clientes o se almacenan en el almacén como productos terminados.
5. El personal de contabilidad de costos compila los resúmenes de costos para cada lote completado por el grupo de producción, que proporciona tanto al gerente de ingeniería como al gerente de producción. Esta información es necesaria para detectar variaciones de las expectativas, lo que podría llevar a cambios de diseño o alteraciones en las instrucciones de trabajo utilizadas en el taller.⁴

³ Disponible en: <https://www.explicacion.net/ciclo-de-produccion/>

⁴ Disponible en: <https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Production+Cycle>

Las pymes en general no tienen definidos los tiempos de producción.

Actualmente los tiempos y movimientos que utiliza esta empresa no se encuentran estandarizados, esto genera que no se conozca su capacidad instalada, se desconoce el tiempo de ciclo de producción, generando altos costos de producción con relación a los de la competencia.

La información recolectada permitió diagnosticar los problemas de tiempos no estudiados y enmarcados en las técnicas que utilizan los operarios sin conocer el mejor método para llegar a medir la productividad de la línea 1; es decir, cada operario hacia la operación, como si fuera la más apropiada para la línea 1. Las observaciones directas permitieron encontrar fallos en los procedimientos de la secuencia de cada paso de la operación para llegar al producto terminado.

Basados en esto se identificó que las operaciones se realizan en diferentes áreas del espacio asignado; puesto que la distribución de planta actual no se encuentra en línea, por lo que se adicionan varios tiempos de transporte y tiempos ociosos por parte del operario, además, todo el proceso que se realiza es manual, sin conocer los métodos apropiados para un diagrama bimanual.

El concepto de sandalias en línea 1 es sandalia de tira inyectada ensamblada en plantisuela, dentro de esta línea se contempla.

Fabricación de 4 tipos de sandalias:

- ✓ Tira inyectada+plantisuela
- ✓ Tira inyectada+plantisuela+estampado sobre plantilla
- ✓ Tira inyectada+plantilla+suela
- ✓ Tira inyectada+etiqueta transfert+suela

El proceso de fabricación de sandalias consiste en estas etapas:

- ✓ troquelado
- ✓ repujado
- ✓ avellanado de agujeros
- ✓ ensamble de la capellada.
- ✓ revisión y limpieza
- ✓ poncheo

Hay procesos que son puntuales y dependen de la referencia que se vaya a manejar, algunos de estos son:

- ✓ estampado
- ✓ pegue de transfer
- ✓ armado de panelas
- ✓ pegue de plantillas

Efectos o consecuencias que deja el problema

La PYMES en estudio fabrica grandes volúmenes de productos (ver tabla 1) sin el debido conocimiento de los métodos y tiempos estándar; llevando esto a no tener certeza de la capacidad instalada de producción, por consiguiente no está determinados los costos de producción sin saber si son o no elevados.

A continuación se muestra un comparativo de las unidades vendidas por las diferentes referencias que se elaboran en línea 1 y donde se puede identificar que se presentó una baja significativa en las ventas, cercana al 40% para los periodos de septiembre de 2018 a febrero de 2019 respecto a los mismos meses de 2016 y 2017.

Tabla 1: Comparativo de Ventas Referencias Línea 1 durante los periodos comprendidos entre Septiembre y Febrero Años 2016-2017 y 2018-2019 (Unds y Pesos)

VENTAS REFERENCIAS LÍNEA 1							
PERIODO	SEPTIEMBRE 2016/FEBRERO 2017		SEPTIEMBRE 2018/FEBRERO 2019				
REFERENCIAS	CANTIDAD (PARES)	VALOR (\$)	CANTIDAD (PARES)	VALOR (\$)	VARIACION CANTIDADES	VARIACION VALOR	INDICADOR
SANDALIA BOB MARLEY	7197	\$ 104.095.267	4955	\$ 82.733.217	-31%	-21%	↓
SANDALIA DEKO	5676	\$ 77.282.460	2372	\$ 36.864.920	-58%	-52%	↓
SANDALIA KATERINE	6550	\$ 50.365.921	3926	\$ 34.732.497	-40%	-31%	↓
SANDALIA MENINA	32173	\$ 270.796.376	23266	\$ 208.973.564	-28%	-23%	↓
SANDALIA MENINA INFANTIL	1035	\$ 12.492.709	528	\$ 6.868.762	-49%	-45%	↓
SANDALIA MENINA JUVENIL	8199	\$ 59.066.645	3416	\$ 27.456.388	-58%	-54%	↓
SANDALIA RONALDO	26785	\$ 243.146.406	17275	\$ 179.494.208	-36%	-26%	↓
SANDALIA RONALDO INFANTIL	2621	\$ 31.689.168	1100	\$ 12.553.275	-58%	-60%	↓
SANDALIA RONALDO JUVENIL	12640	\$ 91.057.020	5536	\$ 45.321.064	-56%	-50%	↓
SANDALIA SARAY	2148	\$ 31.496.058	2370	\$ 35.958.421	10%	14%	↑
SANDALIA VANESITA	1978	\$ 36.534.185	1177	\$ 23.852.014	-40%	-35%	↓
SANDALIA VANESSA	2376	\$ 45.664.343	1243	\$ 25.715.827	-48%	-44%	↓
SANDALIA VANESSA DAMA	6068	\$ 117.210.625	3443	\$ 72.562.280	-43%	-38%	↓
SANDALIA VARIEDAD COLOMBIA CABALLERO	4213	\$ 29.476.780	1021	\$ 7.483.300	-76%	-75%	↓
SANDALIA VARIEDAD COLOMBIA DAMA	3737	\$ 26.162.000	565	\$ 4.027.400	-85%	-85%	↓
SANDALIA ZEBRA DAMA	4601	\$ 72.442.050	4057	\$ 74.833.666	-12%	3%	↓
SANDALIA ZEBRA HOMBRE	3874	\$ 69.291.298	3374	\$ 69.767.496	-13%	1%	↓
TOTAL	131871	\$ 1.368.269.311	79624	\$ 951.374.155	-40%	-30%	↓

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis de las ventas se evalúan los niveles de producción realizados en los últimos 3 años, para evidenciar el impacto que esto generó en la línea.

Tabla 2: Comparativo de Volúmenes de Producción Línea 1 durante los últimos 3 años (Unds)

VOLUMENES DE PRODUCCIÓN LÍNEA 1												
MES	2016			2017			2018			2019		
	DHAÑO	TOTAL	PROMED. DIA LINEA-1	DHAÑO	TOTAL	PROMED. DIA LINEA-1	DHAÑO	TOTAL	PROMED. DIA LINEA-1	DHAÑO	TOTAL	PROMED. DIA LINEA-1
ENERO	23	85606	3722	16	75945	4747	11	33099	3009	22	43601	1982
FEBRERO	25	126833	5073	20	90743	4537	17	49190	3784	23	52594	2287
MARZO	21	82180	3913	13	71911	5137	17	67848	4241	25	7868	1967
ABRIL	26	128483	4942	16	61914	3642	23	75711	3292			
MAYO	24	69160	2882	23	136315	5680	21	73844	3516			
JUNIO	25	54732	2189	10	45175	4518	16	62742	3921			
JULIO	24	48827	2034	11	49177	4471	14	25375	1813			
AGOSTO	26	27955	1118	14	43164	3083	9	14737	1637			
SEPTIEMBRE	26	60368	2322	12	58120	4843	11	26704	2428			
OCTUBRE	24	36198	1508	15	52484	3499	13	20229	1556			
NOVIEMBRE	24	75539	3147	12	49077	4090	20	33096	1655			
DICIEMBRE	25	38952	1558	8	31125	3891	18	41051	2566			
TOTAL AÑO	293	834833	34410	170	765150	52136	190	523626	33417	70	104063	6236

Fuente: Elaboración propia

Entre los años 2016 y 2017 la línea presentó una reducción en producción del 8.35% y entre los años 2017 y 2018 presentó una reducción del 31.6%. Esto afecta significativamente la rentabilidad de esta línea, ya que a nivel de costos esta se considera como una línea de absorción de costos por los volúmenes que debe generar.

1.2 Justificación

La globalización ha permitido que los mercados actuales puedan expandirse de una forma rápida y flexible, lo que ha entrado a realizar exigencias en las organizaciones en cuanto al nivel de competitividad se requiere para mantenerse en el mercado y crecer significativamente para así poder generar nuevas aperturas.

Dentro de este gran movimiento existen amenazas que pueden poner a las empresas en desventaja, entre estas se puede encontrar la entrada de productos provenientes de China y de mercados de bajo costo y con volúmenes grandes que no permiten llegar a competir con estos. Es por ello que el proceso de cambio acelerado exige maximizar la capacidad y la flexibilidad en los procesos productivos para adaptarse rápidamente a los cambios, esto conlleva a diversificar el enfoque del negocio.

La Empresa es consciente de las debilidades que actualmente presenta el proceso y ve con urgencia desarrollar un plan de mejoramiento a la línea de calzado que se ha estructurado para dar estabilidad a la rentabilidad, buscando incrementar significativamente la productividad y la capacidad de la línea y los recursos.

La baja relación entre lo que se produce y los recursos empleados para producir en la línea 1, conducen a una baja competitividad en el mercado de las sandalias. La menor productividad en el uso de los recursos es determinante para disminuir o limitar las utilidades de la empresa en esta línea de producción. La baja capacidad de producción puede conducir a variados impactos económicos y sociales, lleva a una baja competitividad del producto para competir exitosamente en el mercado de las sandalias a nivel regional y global.

Por estas razones, se considera realizar la propuesta que contribuya a determinar las causas que actualmente están generando los inconvenientes y buscar en conjunto soluciones óptimas que permiten mejorar los tiempos y los métodos estandarizados y de esta manera garanticen que la producción en dicha línea generará los resultados esperados.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta para el estudio de tiempos y movimientos para la línea1 (fabricación de sandalias) en una PYME como modelo de implementación.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Realizar un diagnóstico del proceso productivo de la línea, para identificar las condiciones actuales.
- ✓ Realizar un estudio de tiempos y movimientos en el proceso de línea para determinar los estándares de fabricación de productos, capacidad productiva y mejora de métodos.
- ✓ Validar la propuesta con el comité gerencial de la compañía.

3. ANTECEDENTES

A continuación se exponen 3 trabajos que plantean propuestas de mejoramiento de productividad y eficiencia en determinadas líneas de producción, las cuales sirven de referente para la investigación.

3.1. “Estudio de métodos y tiempos en la Comercializadora Herluz S.A.S En la Ciudad de San José de Cúcuta”⁵

Este proyecto se desarrolló en la Comercializadora Herluz S.A.S., dedicada a empacar arroz y azúcar, teniendo en cuenta que sus procesos deben ser eficientes, se evidenció la necesidad de realizar un estudio de métodos y tiempos en el proceso de empacado de arroz, ya que es el producto más vendido en la empresa, con el fin de hacer de la comercializadora, una empresa competitiva que cuente con procesos estandarizados y contribuyan al máximo aprovechamiento de los recursos, y por ende, le brinden al mercado productos de alta calidad.

Inicialmente, se realizó un diagnóstico de cada una de las actividades, donde se identificaron las falencias que se presenta el proceso. Con esto se identificó que la comercializadora carece de un proceso de producción eficiente, debido a que los productos obtenidos no son coherentes con los recursos utilizados para la elaboración de los mismos; en esta empresa no se desarrollan las actividades de forma organizada para cumplir eficientemente con el proceso, tampoco posee conocimiento del tiempo estándar en que pueden responder a la demanda, originando así el desaprovechamiento y descontrol sobre la materia prima (arroz entero y partido), insumos (plástico) que genera el desabastecimiento, desperdicio y pérdida o desaparición de estos; el desaprovechamiento de las horas hombre-máquina porque se presentan demoras debido a las fallas en la maquinaria empleada y clientes insatisfechos por el incumplimiento o retardo en la entrega de los pedidos; todo esto genera la disminución de las utilidades de la empresa.

El estudio de métodos se llevó a cabo a través de herramientas como el diagrama de flujo de proceso. Con el estudio de tiempos se pudo determinar que la capacidad de producción en el proceso de empacado de arroz.

3.2 “Mejoramiento del sistema productivo de la empresa calzado Beatriz de Vargas”⁶

El proyecto contempla el diseño e implementación de un plan de mejoramiento dirigido a incrementar la productividad de la empresa Calzado Beatriz de Vargas, que inicia a partir del diagnóstico situacional de la organización y está basado en un análisis de despilfarro, determinación de tiempos estándar de las principales operaciones del proceso productivo, para luego seguir con la implementación de metodología 5's, implementación de un sistema de gestión de inventarios, manejo de compras, distribución de planta, y un sistema de evaluación y seguimiento de la gestión de la producción mediante indicadores.

El estudio de tiempos generó datos que permitieron determinar los tiempos estándar de fabricación, eliminando la incertidumbre existente acerca de la duración de los procesos. También se calcularon las capacidades productivas de cada una de las áreas

3.3. “Estudio de la línea productiva didáctico y manualidades de una empresa del sector de plásticos y cauchos para la mejora de la productividad”⁷

El siguiente trabajo contiene un estudio de la línea Didácticos y manualidades de una empresa del sector de plásticos y cauchos para la mejora de la productividad ya que el estado de resultados de los últimos periodos estaba generando

⁵ CHACÓN ORTEGA, Edith Angélica. Estudio de métodos y tiempos en la Comercializadora Herluz S.A.S En la Ciudad de San José de Cúcuta. Universidad Libre Seccional Cúcuta. Facultad de Ingeniería.

⁶ GOMÉZ DURÁN, Oscar Iván. Mejoramiento del sistema productivo de la empresa calzado Beatriz de Vargas. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de estudios industriales y Empresariales. Bucaramanga.

⁷ CEBALLOS MONTOYA, Bruno. Estudio de la línea productiva didáctico y manualidades de una empresa del sector de plásticos y cauchos para la mejora de la productividad. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali. Facultad de Ingeniería. Departamento de Operaciones y Sistemas.

pérdidas.

La investigación se llevó a cabo en tres fases: Fase I: Diagnóstico de la situación actual del proceso de la línea de producción. Fase II. Establecer el método mejorado y definir los nuevos estándares de la operación y la Fase III. Recalcular los nuevos costos basado en el método mejorado y con estos calcular la nueva productividad y el margen de la línea. Para ello se utilizaron técnicas y herramientas de recolección de datos, tales como: descripción del proceso productivo, cursograma sinóptico de proceso, cursograma analítico de proceso, observaciones directas, entrevistas no estructuradas, estudio de tiempos, estudio de desperdicios, punto de equilibrio multiproducto, costeo por absorción.

La información recolectada permitió diagnosticar los problemas de calidad que tenía la línea por causas del proceso, del diseño del producto y del material. Las observaciones directas permitieron encontrar fallos en los procedimientos de administración de los inventarios y se generó un plan de capacitación para el adecuado manejo con sus respectivas actas. El plan de mejora arrojó el nivel de la mano de obra con que se debe producir para obtener el menor costo por unidad según el producto. Los costos mejoraron al realizar el procedimiento de los inventarios de la manera adecuada.

Para la realización de este proyecto, se determinó realizar el trabajo bajo la metodología exploratoria y descriptiva.

3.4. Metodología Exploratoria

La investigación exploratoria se define como una investigación utilizada para investigar un problema que no está claramente definido. Se lleva a cabo para tener una mejor comprensión del problema existente, pero no proporcionará resultados concluyentes. Para una investigación de este tipo, un investigador comienza con una idea general y utiliza esta investigación como un medio para identificar problemas, que pueden ser el foco de la investigación futura. ⁸

3.5. Metodología Descriptiva

Es el procedimiento usado para describir las características del fenómeno, sujeto o población a estudiar. Al contrario que el método analítico, no describe por qué ocurre un fenómeno, sino que se limita a observar lo que ocurre sin buscar una explicación.” ⁹

La investigación descriptiva se refiere al diseño de la investigación, creación de preguntas y análisis de datos que se llevarán a cabo sobre el tema. Se conoce como método de investigación observacional porque ninguna de las variables que forman parte del estudio está influenciada.”¹⁰

⁸ Disponible en: <http://red.uao.edu.co/handle/10614/9575>

⁹ Disponible en: <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>

¹⁰ Disponible: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-descriptiva/>

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Estudio de Métodos

El estudio de tiempos, se inicia con los estudios realizados por Frederick W. Taylor, el cual comenzó con los cálculos y determinación del tiempo tipo los cuales fueron principalmente utilizados para los sistemas de valoración y el estudio de movimientos. La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que este se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida, por lo tanto, el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

La ingeniería de métodos utiliza técnicas para el análisis de operaciones, una de ellas es dividir una tarea en simples elementos de trabajo, y estudiando cada movimiento para ordenarlo o eliminar los que no sean necesarios, buscando así una mejor combinación y secuencia de movimientos, logrando así métodos más sencillos y eficientes.

Para el analista de métodos resulta muy importante apoyarse en todas aquellas técnicas gráficas que le permitan dar una idea de la ubicación de los puestos y de la secuencia de las operaciones que se realizan en las producciones objeto de estudio.

El estudio de métodos permite efectuar importantes economías con pequeños cambios y utilizando dispositivos o plantillas económicas. No sólo se estudian los movimientos de trabajadores y materiales.¹¹

4.1.1 Objetivos del Estudio de Movimientos

- ✓ Mejorar los procesos, procedimientos y la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como el diseño del equipo e instalaciones.
- ✓ Economizar el esfuerzo humano para reducir fatiga.
- ✓ Crear mejores condiciones de trabajo.
- ✓ Ahorrar el uso de materiales, máquinas y mano de obra.

4.1.2 Procedimiento para el Estudio de Movimientos

El Estudio de movimientos posee un algoritmo sistemático que contribuye a la consecución del procedimiento básico del Estudio de Trabajo.

Quien realiza el estudio de movimientos se encontrará eventualmente con situaciones que distan de ser ideales para la aplicación continua del algoritmo de mejora. Una vez se evalúen los resultados que produciría un nuevo método, se puede determinar que estos no justifican la implementación de este, por ende, se deberá recomenzar e idear una nueva solución.¹²

¹¹ Edward V. Krick, Ingeniería de Métodos. Editorial Limusa S.A. México D.F 1999 ISBN 968- 18-0585-2

¹² Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/>

Tabla 3: Etapas para toma de tiempos

ETAPAS	ANÁLISIS DEL PROCESO	ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN
SELECCIONAR El trabajo al cual se hará el estudio.	Teniendo en cuenta consideraciones económicas, de tipo técnico y reacciones humanas.	Teniendo en cuenta consideraciones económicas, de tipo técnico y reacciones humanas
REGISTRAR Toda la información referente Al método actual.	Diagrama de proceso actual: sinóptico, analítico y de recorrido.	Diagrama de operación bimanual actual.
EXAMINAR Críticamente Lo registrado.	La técnica del interrogatorio: Preguntas preliminares.	La técnica del interrogatorio: Preguntas preliminares a la operación completa.
IDEAR El método propuesto	La técnica del interrogatorio: Preguntas de fondo.	Preguntas de fondo a la operación completa "Principios de la economía de movimientos"
DEFINIR El nuevo método (Propuesto)	Diagrama de proceso propuesto: sinóptico, analítico y de recorrido.	Diagrama de operación bimanual del método propuesto.
IMPLANTAR El nuevo método	Participación de la mano de obra y relaciones humanas.	Participación de la mano de obra y relaciones humanas.
MANTENER En uso el nuevo método	Inspeccionar regularmente	Inspeccionar regularmente

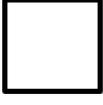
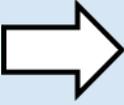
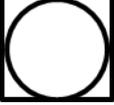
4.1.3 Herramientas para el registro de la información

Para el registro de información relativa los métodos de trabajo, se utilizan una serie de diagramas:

- Gráfico de trayectoria.
- Diagrama de recorrido.
- Diagrama de flujo.
- Diagrama de actividad hombre-máquina.

El gráfico de trayectoria llamado también de desplazamientos, nos permite consignar datos cuantitativos sobre movimientos de trabajadoras, materiales o equipos entre cualquier número de puestos y durante cualquier periodo dado de tiempo. El diagrama de proceso de recorrido es una representación gráfica de la secuencia de actividades que se presentan en el proceso de producción, con fines analíticos y para ayudar a encontrar y eliminar diferencias entre métodos. En estos diagramas de procesos son construidos de acuerdo con la ASME (Asociación Americana de Ingeniería Mecánica) que nos dicen que cualquier proceso industrial o elaboración de un producto se puede representar por medio de cinco tipos de actividades, cuya denominación símbolo o resultado inmediato se resumen en el siguiente gráfico:

Tabla 4: Diagrama para flujo de procesos

SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso: Agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y o cantidad, En general no agrega valor.
	TRASNPORTE	Indica el movimiento de materiales, traslado de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono del momento.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén.
	COMBINADA	Indica varias actividades en simultaneas

Fuente:<https://ingenieriayeducacion.wordpress.com/2013/05/29/diagramas-para-el-estudio-del-trabajo/>

4.1.4. Medición del Trabajo

¹³ Se centra en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida (OIT, 1980) La medición del trabajo en una empresa es de gran utilidad, ya que se puede lograr eliminar los tiempos improductivos en los procesos y buscar sus mejoras; comparar los distintos métodos que se puedan aplicar tomando como referencia sus tiempos; repartir el trabajo dentro de los equipos o grupos para hacerlo más equitativo; determinar la carga de trabajo adecuada para una persona, entre otras.

Las técnicas que permiten realizar una medición del trabajo son las siguientes:

- Técnicas directas: Estudio de tiempos con Cronómetro Muestreo del Trabajo
- Técnicas indirectas: Datos Estándares Sistema de tiempos predeterminados Estimación.

¹³ Estudio del trabajo, Medición del trabajo. Ing. Solis Florencio

Fases de la medición del trabajo:

1. Seleccionar la tarea a estudiar
2. Dividir la tarea en elementos Examinar los datos para ver si se están utilizando los métodos más eficaces y para separar los elementos improductivos de los productivos.
3. Medir en tiempo la cantidad de trabajo de cada paso con que se lleva a cabo la tarea, mediante la técnica más apropiada. (tiempo observado).
4. Establecer la valoración (velocidad de producción).
5. Calcular el tiempo normal.
6. Calcular los tiempos frecuencia les.
7. Calcular el tiempo normal frecuencial.
8. calcular el tiempo estándar.

Criterios básicos:

1. Registrar por separado los trabajos manuales y mecánicos.
2. Dividir la operación de trabajo en fases de proceso.
3. Hacer el mayor detalle posible del trabajo.
4. Registrar criterios medibles, por ejemplo, largo de costura en centímetros, número de paradas durante la costura, número de planchadas para la ejecución de un proceso de planchado, etc.
5. Elegir puntos de medición claramente reconocibles. Cuanto más preciso sea el punto elegido (ejemplo: bajar el prénsatelas) tanto más exactos serán los resultados de la medición de las diferentes fases.

Concepto estándar

“Una medida estándar constituye un denominador común o base para expresar una característica o fenómeno en términos cuantitativos”¹⁴. . Ejemplos de estándares comunes son el metro, el segundo, el grado centígrado, la libra. Esta unidad de medición es arbitraria con el único requerimiento de que la población que va a usarla este en total de acuerdo con ella y que la misma sea comunicable.

¹⁴ BURGOS, G. (2009). *Ingeniería de metodos* (4^a Reimpresión de la 2a ed.). Valencia: Universidad de Carabobo.

Tabla 5: Formato de Estudio de Tiempos

FORMATO DE ESTUDIO DE TIEMPOS											
Fecha de estudio	Término: Comienzo: Tiempo Transcurrido:			Nombre de la Operación:			Nombre del Operario:			Estudio N° Hoja N°	
Elemento N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Observado por:	
										Aprobado por:	
										Elementos extraños	
Ciclo N°										Símbolo	Descripción
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
Total											
N° de Observaciones											
Media											
Valoración											
Tiempo Básico											

BURGOS, G. (2009). Ingeniería de métodos (4ª Reimpresión de la 2a ed.). Valencia: Universidad de Carabobo.

4.1.5. Sistema de Valoración Westinghouse

¹⁵ El método de Westinghouse busca nivelar las actividades que se realizan y el tiempo que éstas toman evaluando factores. Esta valoración es la medición de las actividades del operario durante el estudio de tiempos en función de una actividad normal. Se evalúan aquellos factores que rodean el trabajo y determinan el ambiente mismo. Las bases de esta valoración están determinadas por cuatro factores: - Destreza - Esfuerzo - Condiciones - Consistencia Los dos primeros son, con mucho, los más importantes; cada uno de los cuatro elementos lleva consigo un significado especial o limitado. Destreza: Es definida como pericia resultante de un método determinado, la destreza puesta de manifiesto se juzga en función de las definiciones y es comparada con un concepto normal con sus desviaciones. Esfuerzo: El esfuerzo se define como el anhelo de trabajo, se considera que está siempre bajo control del operario, se juzga en función del espíritu con el que el operario acomete su trabajo. Puede variar desde la ociosidad hasta el exceso. Condiciones: Son aquellas que afectan al operario más que a la ejecución. Se consideran incluidos con fines de nivelación la luz, el calor, la ventilación; o mejor, las variaciones de estas condiciones, o sea, lo que es suministrado normalmente para una operación determinada. Las condiciones de este factor cubren sólo desviaciones inferiores a partir de lo normal. Consistencia: Se estableció

¹⁵ Estudio del trabajo, Medición del trabajo. Ing. Solis Florencio

originalmente como un factor para llamar la atención sobre la magnitud de la misma o su carencia. Se hace la recomendación que debe determinarse la causa de la falta de concordancia y corregirla, mejor que graduarla. No existe una medida determinada para los diversos grados de concordancia. Se han habilitado equivalentes algebraicos para cada uno de los grados o niveles de los factores. Estos niveles de los factores se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 6: Variación de Valoración:

Habilidad		
+ 0,15	A1	Habilísimo
+ 0,13	A2	Habilísimo
+ 0,11	B1	Excelente
+ 0,08	B2	Excelente
+ 0,06	C1	Bueno
+ 0,03	C2	Bueno
+ 0,00	D	Medio
- 0,05	E1	Regular
- 0,10	E2	Regular
- 0,16	F1	Malo
- 0,22	F2	Malo
Esfuerzo		
+ 0,13	A1	Excesivo
+ 0,12	A2	Excesivo
+ 0,10	B1	Excelente
+ 0,08	B2	Excelente
+ 0,05	C1	Bueno
+ 0,02	C2	Bueno
+ 0,00	D	Medio
- 0,04	E1	Regular
- 0,08	E2	Regular
- 0,12	F1	Malo
- 0,17	F2	Malo

Condiciones		
+ 0,06	A	Ideales
+ 0,04	B	Excelente
+ 0,02	C	Buenas
+ 0,00	D	Medias
- 0,03	E	Regulares
- 0,07	F	Malos
Consistencia		
+ 0,04	A	Perfecta
+ 0,03	B	Excelente
+ 0,01	C	Buenas
+ 0,00	D	Medias
- 0,02	E	Regulares
- 0,04	F	Malo
Entonces $T_n = T_o(1 + /fv)$		

4.1.6 Suplementos de Trabajo

Los suplementos están expresados en porcentaje y son aplicados al tiempo básico para poder obtener el tiempo estándar, estos porcentajes de tiempo se encuentran en tablas elaboradas por la OIT, teniendo por finalidad ofrecer tiempos de descanso o de recuperación para que el operario pueda continuar normalmente con su trabajo. a) Suplementos de descanso: Los suplementos de descanso están divididos en dos grupos:

Suplementos constantes o fijos. Aquellos referidos a necesidades personales y a la recuperación de la fatiga, cuyo valor no cambia en función al trabajo que se realiza. Sólo existe una variación por el sexo del trabajador. Suplementos variables. Son aquellos cuyo valor está en función del tipo de trabajo que realiza el operario, contemplándose aspectos tales como el uso de su fuerza, su posición física en el trabajo, tensión mental, auditiva o nivel de monotonía que se ocasiona.

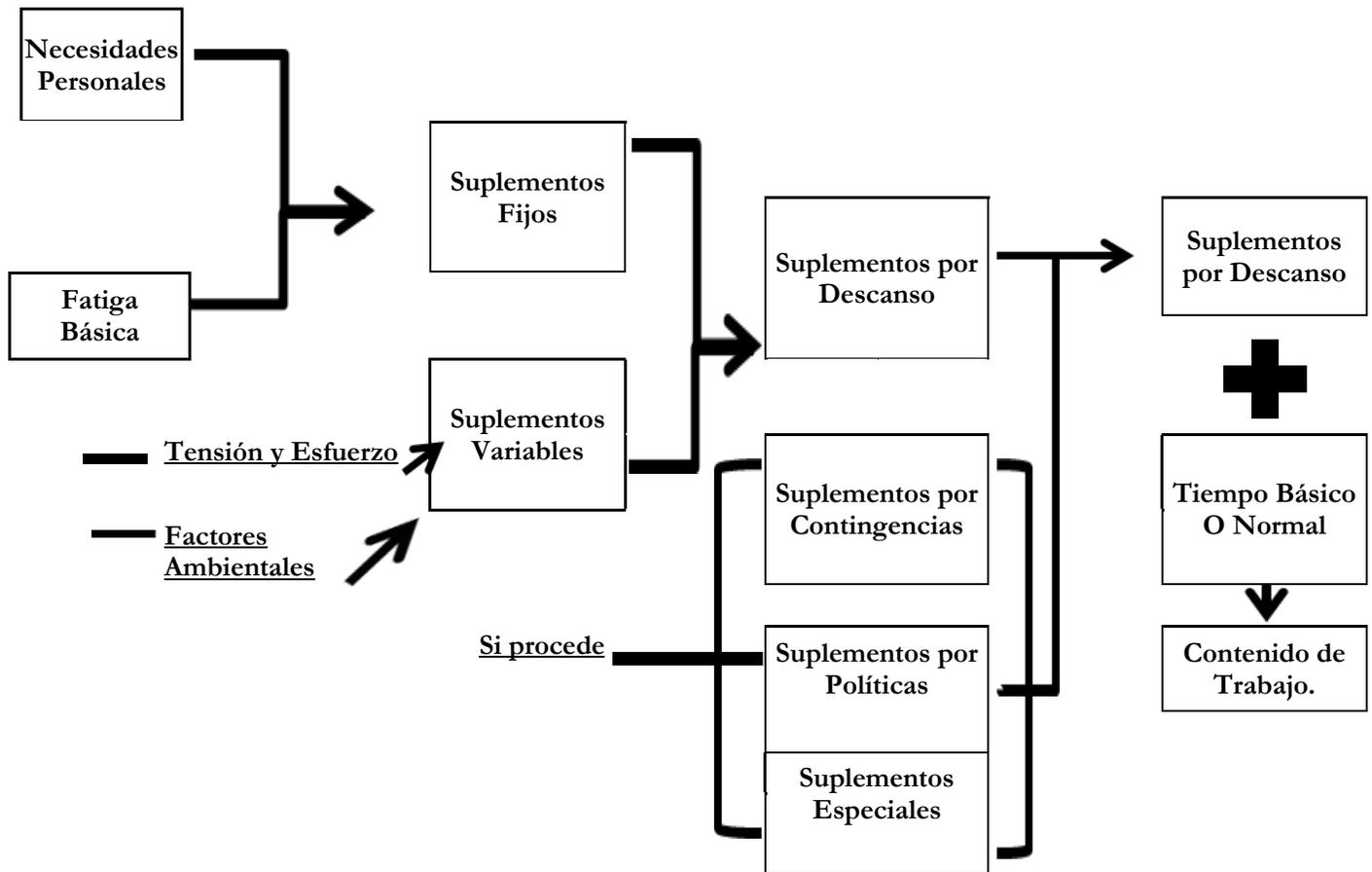
b) Suplementos por contingencias: Se considera en este caso las esperas inevitables causadas por la máquina o el operario motivadas por alguna causa externa. Estas esperas pueden deberse a pequeños ajustes, cambio de herramientas tiempo perdido debido a variaciones en el material e interrupciones de los inspectores. La clase y cantidad de esperas para un tiempo de trabajo dado han de ser determinadas mediante estudios que abarquen la totalidad de la jornada o estudios de muestreo realizados durante un periodo de tiempo suficiente para obtener datos de confianza. Estos suplementos también son conocidos como suplementos por esperas. Su aplicación puede darse representándolos como un porcentaje del tiempo normal, o si es conveniente se evaluará el tiempo correspondiente a la espera y se adicionará al tiempo normal para obtener el tiempo estándar. Es conveniente definir en algunos casos la frecuencia de presentación de las esperas para poder adicionadas de acuerdo al turno: día, semana o mes de ocurrencia. En algunos casos estos tiempos se presentan por cada batch o lote de producción. Entonces será necesario calculados de acuerdo con su presentación.

Tabla 7: Valores Suplementos de Trabajo:

	H	M		H	M
1. Suplementos constantes			E. Calidad del aire (factores climáticos inclusive)		
-Suplemento por necesidades personales	5	7	- Buena ventilación o al aire libre.	0	0
-Suplemento por básicos por fatiga	4	4	- Mala ventilación, pero sin emisiones toxicas ni nocivas.	5	5
TOTAL	9		-Proximidades de hornos, Calderas, etc.	5	5
2. Suplemento Variables añadidas al suplemento básico por fatiga		11	F. Tensión visual		
A. Suplemento por trabajar de pie	2		- Trabajos de cierta presión	0	0
B. Suplemento postura normal		4	- Trabajos de presión o Fatigosos	2	2
-Ligeramente incomod@	0		- Trabajos de gran presión o muy fatigosos	5	5
- Incomod@ inclinado	2	1	G. Tensión auditiva.		
-Muy cómoda (echado - estirado)	7	3	- Sonido Continuo	0	0
C. Levantamiento por pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)		7	- Intermitente Fuerte	2	2
-Peso levantado o fuerza ejercida en (kg)			- Intermitente muy Fuerte	3	3
2,50	0		- Estridente y fuerte	5	5
5,00	1		H. Tensión mental		
7,50	2	1	- Proceso bastante complejo	1	1
10,00	3	2	- Proceso complejo o atención muy dividida.	4	4
12,50	4	3	-Muy complejo	8	8
15,00	6	4	I. Monotonía mental		
17,50	8	6	- Trabajo algo monótono	0	0
20,00	10	9	- Trabajo bastante monótono	1	1
22,50	12	12	- Trabajo Monótono	4	4
25,50	14	15			
30,00	19	18	J. Monotonía Física		
40,00	33	-	- Trabajo Algo Aburrido	0	0
50,00	58	-	- Trabajo Aburrido	2	1
D. Intensidad de la Luz			- Trabajo muy aburrido	5	2
- Ligeramente por debajo de lo recomendada	0	0			
-Bastante por debajo	2	2			
- Absolutamente Insuficiente	5	5			

Sin embargo existe una clasificación más detallada propuesta por la OIT para segmentar los suplementos, tal como se muestra en la siguiente ilustración:

Gráfico 1: Clasificación según la OIT para segmentar los suplementos.



Fuente: Ingeniería Industrial online: Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>

El conjunto de los suplementos por descanso se conforma por los suplementos fijos y variables y se define como: “Suplemento por descanso es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo”.¹⁶

Este trabajo se apoyó en el Método de valoración objetiva con estándares de fatiga según la OIT (Organización Internacional del Trabajo) para conceder al estudio de tiempos los suplementos por descanso.¹⁷

¹⁶ [Citado el 10 de Marzo de 2012]. Salazar Lopez, Bryan. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>

¹⁷ [Citado el 10 de Marzo de 2012]. Salazar Lopez, Bryan. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>

4.2 Mejora de la Eficiencia

¹⁸ El término eficiencia ganó popularidad a fines del siglo XIX y principios del XX. El estudio de tiempo y movimiento se utilizó para encontrar formas de mejorar la eficiencia en el trabajo. El estudio de tiempo y movimiento ayuda a reducir y controlar los costos, mejorar las condiciones de trabajo y motivar a las personas.

El estudio del tiempo fue desarrollado por Frederick Taylor. El estudio Motion fue desarrollado por Lillian Gilbreth y su esposo Frank Gilbreth.

El estudio de tiempo implica la observación continua de la tarea con un dispositivo de cronometraje para averiguar el tiempo necesario para completar una tarea. Este tiempo de estudio se utiliza para estudiar, patrones de trabajo de corta o larga duración, trabajo repetitivo y una variedad de trabajos disímiles.

Cuando se mide el tiempo necesario para completar una tarea, también se tienen en cuenta los retrasos de la máquina, las necesidades personales, la fatiga y cualquier otra interferencia externa. En efecto, un trabajo se dividió en sus partes componentes. Se anotó el tiempo necesario para completar cada componente. Y los componentes fueron ordenados o reordenados, teniendo en cuenta la eficiencia.

En el estudio de movimiento, Frank y Lillian Gilbreth, dividieron la tarea principal en actividades menores llamadas "therbligs", es decir, que Gilbreth escribió al revés. Luego filmaron a los trabajadores mientras realizaban sus actividades. Esta película ayudó a identificar las malas posturas que tomaron los trabajadores que aumentarían su fatiga. Las películas también se utilizaron para educar a otros trabajadores sobre las posturas adecuadas mientras trabajaban. También se enseñaron mejores maneras de hacer las actividades. Los estudios de movimiento realizados fueron conocidos como estudios de "macro moción" y de "micro moción".

Un estándar de tiempo es un componente importante del estudio de tiempo y movimiento. Un estándar de tiempo toma en cuenta tres factores: un trabajador calificado, que trabaja a un ritmo normal y realiza una tarea específica.

Un estándar de tiempo ayuda a identificar lo siguiente:

- ✓ Determinar cuántas máquinas o herramientas comprar.
- ✓ Determinar el número de mano de obra necesaria.
- ✓ Determinación del costo de fabricación y venta.
- ✓ Programación de las máquinas, operaciones y personas que harán el trabajo.
- ✓ Determinación del desempeño de un trabajador.
- ✓ Determinación del balance de la línea de montaje y la velocidad de la cinta transportadora.
- ✓ Pagar salarios para equipos o individuos que excedan los estándares de trabajo normales.
- ✓ Reducción de costos.
- ✓ Presupuestos.

4.3 Distribución en Planta

¹⁹La distribución en planta es la mejora más importante que se puede hacer en una fábrica mediante el cambio físico de la planta, ya sea para una fábrica existente o todavía en planos, y se refiere a la óptima disposición de las máquinas, los equipos y los departamentos de servicio, para lograr la mayor coordinación y eficiencia posible en una planta.

Según James Lundy, "la distribución en planta implica idénticamente la asignación de espacio y la disposición del equipo de tal manera que los costes operativos totales se reduzcan al mínimo".

En palabras de Mallick y Gandreau," la distribución de planta permite determinar y disponer la maquinaria y equipos diseñados de una planta en el mejor lugar, para permitir el flujo más rápido de material, al menor costo y con la mínima

¹⁸ Disponible en: <https://www.edumind.com/management/blog/2014/12/project-mangers-efficiency-through-time-and-motion-study.html>

¹⁹ Obtenido de: <https://leanmanufacturing10.com/disenio-la-distribucion-planta-definicion-cuando-realizarla>

manipulación posible, desde la recepción de la materia prima hasta la entrega del producto terminado”.

Según Apple, “El layout de la planta es planificar el camino que cada componente/parte del producto debe seguir a través de la planta, coordinando las distintas partes para que los procesos de fabricación puedan llevarse a cabo de la manera más económica, luego preparar el dibujo u otra representación de la disposición y finalmente ver que el plan se pone en práctica correctamente.

En palabras de Sansonneti y Malilick (Gestión de la fábrica, vol. 103):”La distribución en planta consiste en planificar el equipo adecuado, junto con el lugar adecuado, para permitir la elaboración de una unidad de producto de la manera más eficaz, a la menor distancia posible y en el menor tiempo posible”.

4.3.1 Objetivos de la Distribución en Planta

Los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en planta son:

1. **Unidad.** Al perseguir el objetivo de unidad se pretende que no haya sensación de pertenecer a unidades distintas ligada exclusivamente a la distribución en planta.
2. **Circulación mínima.** El movimiento de productos, personas o información se debe minimizar.
3. **Seguridad.** La Seguridad en el movimiento y el trabajo de personas y materiales es una exigencia en cualquier diseño de distribución en planta.
4. **Flexibilidad.** Se alude a la flexibilidad en el diseño de la distribución en planta como la necesidad de diseñar atendiendo a los cambios que ocurrirán en el corto y medio plazo en volumen y en proceso de producción.

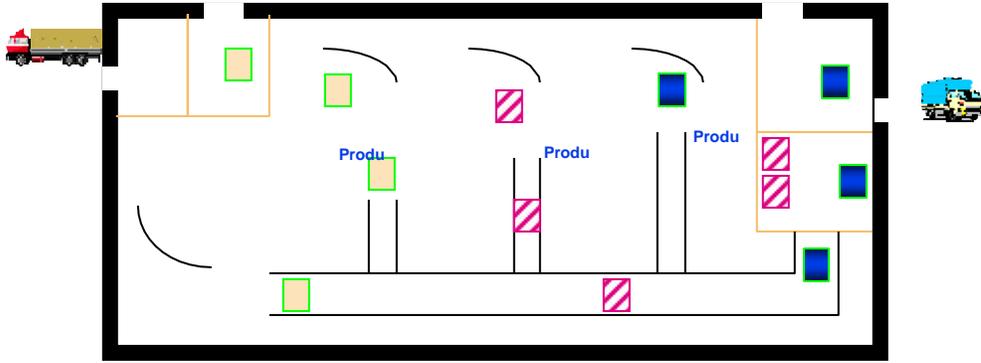
4.3.2 Tipos de Distribución en Planta

La forma de organización del proceso productivo resulta determinante para la elección del tipo de distribución en planta. De acuerdo con ello, suelen identificarse tres formas básicas de distribución en planta: las orientadas al producto y asociadas a configuraciones continuas o repetitivas, las orientadas al proceso y asociadas a configuraciones por lotes, y las distribuciones por posición fija, correspondientes a las configuraciones por proyecto.

Distribución en planta por producto

La distribución en planta por producto es la adoptada cuando la producción está organizada, bien de forma continua, bien repetitiva, siendo el caso más característico el de las cadenas de montaje. En el primer caso (por ejemplo: refinerías, celulosas, centrales eléctricas, etc.), la correcta interrelación de las operaciones se consigue a través del diseño de la distribución y las especificaciones de los equipos. En el segundo caso, el de las configuraciones repetitivas (por ejemplo: electrodomésticos, vehículos de tracción mecánica, cadenas de lavado de vehículos, etc.), el aspecto crucial de las interrelaciones pasará por el equilibrado de la línea, con objeto de evitar los problemas derivados de los cuellos de botella desde que entra la materia prima hasta que sale el producto terminado.

Gráfico 2: Esquema de distribución en planta por producto

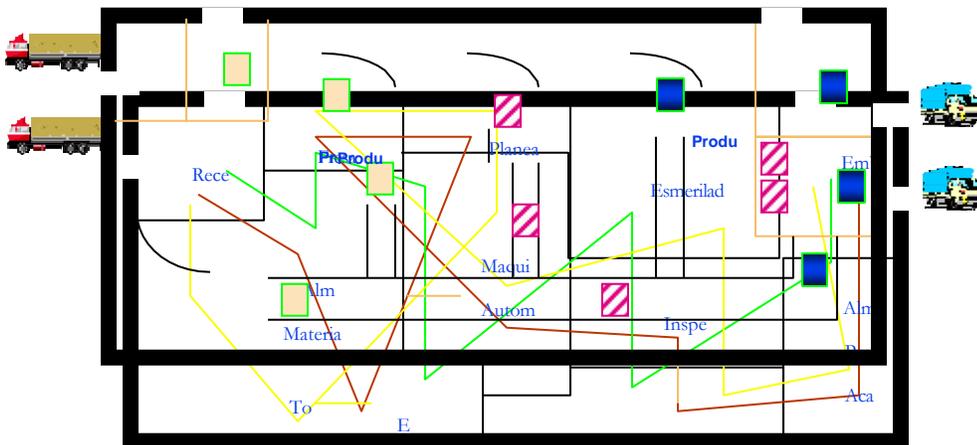


Fuente: <http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedddocuments/4%20distribucion%20en%20planta.pdf>

Distribución en Planta por proceso

La distribución en planta por proceso se adopta cuando la producción se organiza por lotes (por ejemplo: muebles, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc.). El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones también sean denominadas por funciones o por talleres. En ellas, los distintos ítems tienen que moverse, de un área a otra, de acuerdo con la secuencia de operaciones establecida para su obtención. La variedad de productos fabricados supondrá, por regla general, diversas secuencias de operaciones, lo cual se reflejará en una diversidad de los flujos de materiales entre talleres. A esta dificultad hay que añadir la generada por las variaciones de la producción a lo largo del tiempo que pueden suponer modificaciones (incluso de una semana a otra) tanto en las cantidades fabricadas como en los propios productos elaborados. Esto hace indispensable la adopción de distribuciones flexibles, con especial hincapié en la flexibilidad de los Equipos utilizados para el transporte y manejo de materiales de unas áreas de trabajo a otras.

Gráfico 3: Esquema de distribución en planta por proceso



Fuente: <http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedddocuments/4%20distribucion%20en%20planta.pdf>

4.3.3 Prioridades de Cercanía

Puede ocurrir que la distribución en planta deba realizarse teniendo en cuenta factores cualitativos. En dichos casos, la técnica comúnmente aplicada es la desarrollada por Muther y Wheeler denominada SLP (Systematic Layout Planning). En ella las prioridades de cercanía entre departamentos se asimilan a un código de letras, siguiendo una escala que decrece con el orden de las cinco vocales: A (absolutamente necesaria), E (especialmente importante), I (Importante), O (importancia ordinaria) y U (no importante); la indeseabilidad se representa por la letra X.

Gráfico 4: Códigos de Prioridades de Cercanía

Valor	Prioridad de Cercanía	Códigos de Líneas	Código	Razón
A	Absolutamente		1	Flujo de Trabajo
E	Especialmente		2	Espacios y / o Equipos
I	Importante		3	Seguridad e Higiene
O	Importancia		4	Personal Común
U	Indiferente		5	Facilidad Supervisión
X	Indeseable		6	Contacto Necesario

Fuente: <http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedddocuments/4%20distribucion%20en%20planta.pdf>

4.4 Therbligs

²⁰Frank y Lillian Gilbreth, los seguidores más destacados de Taylor, son los padres del Estudio de tiempo y movimientos. Los esposos Gilbreth fueron los primeros investigadores que se valieron de filmaciones para estudiar los movimientos de manos y cuerpo. Diseñaron un micro cronómetro para registrar tiempos de hasta 1/2000 de segundo y por medio de fotografías determinaron el tiempo que cada obrero empleaba para hacer cada movimiento. A simple vista se podían detectar y eliminar movimientos inútiles. También diseñaron un sistema de clasificación para identificar 17 movimientos básicos de la mano (como buscar, seleccionar, asir, sostener) que ellos llamaron Therbligs.

Desarrollaron métodos para aumentar la eficiencia de los empleados industriales, principalmente con estudios de tiempos y movimientos. Ambos colaboraron entre sí, aplicando las ciencias sociales a la gestión industrial, haciendo hincapié en el trabajador más que en los factores no humanos. Su método de estudio de tiempos y movimientos proporcionó una forma sistemática de identificar y analizar el número de movimientos y la cantidad de tiempo necesario para completar una tarea específica. La primera publicación importante de su investigación fue “Estudio del movimiento” en 1911.

Se dedicó al estudio de los movimientos, analizándolos con detalle. Examinando detenidamente las operaciones para la colocación de ladrillos, observó que existían por lo menos tres métodos para su colocación y, que con el mejor de los métodos eran necesarios 18 movimientos para colocar un ladrillo. Gilbreth analizó separadamente cada uno de ellos y determinó que con 4 ó 5 movimientos se podía colocar un ladrillo. El resultado incrementó la velocidad de colocación de 120 ladrillos a 350 ladrillos por hora. Algunos de los movimientos que él destacó y que retardaban el trabajo, eran necesarios para voltear el ladrillo y colocarlo en la superficie mejor terminada hacia afuera. Modificó esta situación asignando un ayudante, retribuido con un salario menor, para que se encargara de esta operación. Además, eliminó las subidas y bajadas del albañil para buscar los ladrillos, gracias a una plataforma de altura variable construida a tal efecto.

²⁰ Obtenido de: http://evaluador.doe.upv.es/wiki/index.php/Los_esposos_Gilbreth

Pensaban que el objetivo de la administración científica era ayudar a los trabajadores a desarrollar todo su potencial humano. Así, el movimiento y la fatiga estaban entrelazados, por lo que con cada movimiento que eliminaban se reducía la fatiga. Consideraron que con el estudio de movimientos se mejoraría el ánimo del trabajador, así como una buena impresión respecto a la gerencia que se ocupaba por el bienestar de éste. Llegaron a la conclusión de que no era la monotonía en el trabajo la causa de la insatisfacción laboral, sino más bien la falta de interés que mostraba la gerencia por los trabajadores. Su teoría se basaba en que en la aplicación de los principios de la administración científica era necesario considerar a los trabajadores primero y comprender sus necesidades y su personalidad.

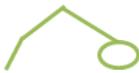
Con todo esto, Lillian y Frank Gilbreth desarrollaron la ergonomía, también conocida como ingeniería humana, que busca como normas generales:

- El mejor método de trabajo que permita al operario ejecutar las tareas en el menor tiempo con mayor facilidad y satisfacción.
- La tarea debe proyectarse de manera que su ejecución requiera el gasto y la tensión física mínima.

También desarrollaron la técnica de la cámara de cine para realizar estudios detallados de movimientos, conocidos por “estudios de micromovimientos” para encontrar el menor número de movimientos para la realización de cada tarea que emprendiera el trabajador y que han demostrado su gran utilidad en el análisis de operaciones manuales repetidas.

Sus estudios y experimentos, dieron como resultado 17 elementos básicos que se podrían aplicar en cualquier actividad para reducir movimientos, llamados por él mismos elementos Therbligs, que no es más que su apellido invertido. A cada elemento se le asignó un símbolo y un color:

Gráfico 7: Therbligs

	Buscar		Usar
	Encontrar		Desensamblar
	Seleccionar		Inspeccionar
	Tomar		Pre colocar
	Sostener		Soltar
	Mover		Demora Inevitable
	Alcanzar		Demorar Evitable
	Colocar en Posición		Planear
	Ensamblar		Descansar

- ✓ **BUSCAR:** es el elemento básico en la operación de localizar un objeto. Es la parte del ciclo durante la cual los ojos o las manos tratan de encontrar un objeto.
- ✓ **SELECCIONAR:** este es el therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza de entre dos o más semejantes. La selección puede clasificarse también entre los therblings ineficientes y debe ser eliminado del ciclo de trabajo por una mejor distribución en la estación de trabajo y un mejor control de las piezas.
- ✓ **TOMAR (O ASIR):** este movimiento elemental que hace la mano al cerrar los dedos rodeando una pieza o parte para asirla en una operación. El tomar es un therblig eficiente y por lo general, no se puede eliminar, aunque en muchos casos se puede mejorar.
- ✓ **ALCANZAR:** el therblig alcanzar corresponde al movimiento de una mano vacía, sin resistencia, hacia un objeto o retirándola de él. La división básica alcanzar se denominaba “transporte en vacío” principia en el instante en que la mano se mueve hacia un objeto o sitio, y finaliza en cuanto se detiene el movimiento al llegar al objeto o al sitio, generalmente, no se puede eliminar.
- ✓ **MOVER:** es la división básica que corresponde al movimiento de la mano con carga. Mover se puede denominar “transporte con carga”, es un therblig objetivo y no se puede eliminar.
- ✓ **SOSTENER:** esta es la división básica que tiene lugar cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto, mientras la otra mano ejecuta trabajo útil. Sostener es un therblig ineficiente y puede eliminarse.

- ✓ **SOLTAR:** este elemento es la división básica que ocurre cuando el operario abandona el control del objeto. Soltar es el therbling que se ejecuta en el más breve tiempo, y es muy poco lo que puede hacerse para alterar el tiempo en que se realiza este therbling objetivo.
- ✓ **COLOCAR EN POSICIÓN:** es el elemento de trabajo que consiste en situar o colocar un objeto de modo que quede orientado propiamente en un sitio específico.
- ✓ **PRECOLOCAR EN POSICIÓN:** Este es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda tomarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando se necesite.
- ✓ **INSPECCIONAR:** este therbling es un elemento incluido en la operación para asegurar una calidad aceptable mediante una verificación regular realizada por el trabajador que efectúa la operación.
- ✓ **ENSAMBLAR:** el elemento “ensamblar” es la división básica que ocurre cuando se reúnen dos piezas embonantes. Es otro therbling objetivo y puede ser más fácil mejorarlo que eliminarlo.
- ✓ **DESENSAMBLAR:** este elemento es precisamente lo contrario de ensamblar. Ocurre cuando se separan piezas embonantes unidas. El desensamble es de naturaleza objetiva y las posibilidades de mejorarlo son más probables que la eliminación del therbling.
- ✓ **USAR:** este therbling es completamente objetivo y tiene lugar cuando una de las dos manos controlan un objeto, durante la aparte del ciclo en que se ejecuta trabajo productivo; “usar” será el therbling que indique la acción de ambas manos.
- ✓ **DEMORA (O RETRASO) INEVITABLE:** es la interrupción que el operario no puede evitar en la continuidad del trabajo. Corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo experimentado por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso.
- ✓ **DEMORA (O RETRASO) EVITABLE:** todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que solo el operario es responsable, intencional o no intencionalmente, se clasifica bajo el nombre de demora o retraso evitable.
- ✓ **PLANEAR:** el therbling “planear” es el proceso mental que ocurre cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir. Este therbling es característico de la actuación de los operarios noveles y generalmente se elimina del ciclo mediante el entrenamiento adecuado de este personal.
- ✓ **DESCANSAR (O HACER UN ALTO EN EL TRABAJO):** Esta clase de retraso aparece rara vez en un ciclo de trabajo, pero suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse de la fatiga.

Los 17 elementos básicos, a su vez, se pueden clasificarse en therbligs efectivos o inefectivos:

Los therbligs efectivos son los que, directamente, hacen progresar la operación, podrían acortarse algunas veces, pero de hecho es difícil eliminarlos por completo. Pueden ser:

1. De naturaleza física o muscular: alcanzar, mover, sujetar, soltar y pre colocar en posición.
2. De naturaleza objetiva o concreta: usar, ensamblar y desensamblar.

Los therbligs inefectivos no hacen avanzar el proceso de trabajo y deben ser eliminados, aplicándoles los principios de análisis de la operación del estudio de movimientos. Pueden ser:

- Mentales o semimentales: buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar y planear.
- Retardos o dilaciones: retraso evitable, retraso inevitable, descansar y sostener.

5. METODOLOGÍA

Debido al alcance de los objetivos, el estudio desarrollado fue principalmente de tipo exploratorio y descriptivo, con el fin de identificar y describir elementos y características del proceso productivo en la línea. El trabajo se apoyó en estrategias como la observación, la investigación documental y la aplicación de instrumento para recolección de la información. Teniendo como estructura las siguientes etapas:

1. **Etapa I:** Descripción del Problema, y definición de las implicaciones de las posibles soluciones.
2. **Etapa II:** Descripción de la situación actual y el contexto en el que se encuentra, identificada por los involucrados en los procedimientos.
3. **Etapa III:** Se proponer estándares para la línea 1.
4. **Etapa IV:** Socializar la propuesta.

La investigación es cualitativa porque a través de la recolección de datos se busca encontrar el cómo y el porqué del problema planteado que ocurre en la línea 1 de producción. Se trata de comprender a fondo el proceso de producción de sandalias, enfocado a comprender el funcionamiento de los equipos, los procesos, las acciones y el comportamiento del personal de producción. El objetivo es describir las características que distinguen la producción de sandalias, ya sea las cualidades humanas de los trabajadores, o las características de los equipos y su funcionamiento, pero sin crear estadísticas.

El diseño inductivo de la investigación es flexible por lo cual permite llegar a conclusiones generales a partir de premisas particulares mediante la observación de los hechos, se registran, clasifican y estudian, permitiendo llegar a una generalización, llevando a proponer conclusiones y recomendaciones.

La observación directa en la línea de producción permite conocer los hechos a profundidad, integra la experiencia del investigador con la vida real de su audiencia y su entorno, compara entre lo que se dice y lo que en realidad sucede, además permite descubrir aspectos y detalles claves.

Siendo una investigación participativa, uno de los objetivos es buscar cambios que mejoren no solo la producción en la planta, sino mejorar las condiciones de trabajo y la calidad de vida de los empleados.

La investigación es cuantitativa porque examina los datos de forma numérica y se apoya en los datos aportados por las diferentes fuentes de información. La realidad observada se percibe de una manera medible, permite establecer

comparaciones y presentar numéricamente los resultados o características. Al ser un método deductivo, se logra inferir algo observado a partir de una ley general. Se emplean resúmenes de las bibliografías, pues permiten centrarse de manera clara y concisa en lo esencial del asunto. De igual forma, se utilizan la síntesis, la sinopsis, las gráficas, las tablas y los esquemas.

5.1 Diseño Metodológico

A continuación, se detallan las actividades específicas realizadas en cada etapa, para el desarrollo del trabajo.

1. **Etapa I, Identificación del problema:** Se procede a definir el instrumento de medición para recolección de la información.
2. **Etapa II, Apreciación:** La descripción de lo que está pasando en cada etapa del proceso, se determina a través de observación del proceso productivo, con el fin de conocer la operación y lo que sucede a fondo, se entrevista a algunos de los involucrados.
3. **Etapa III, Análisis:** Luego de determinar posibles explicaciones de lo que está pasando, se establecen con los involucrados, posibles causas generadoras del problema, principalmente en el proceso productivo, los niveles de inventario, costos y rentabilidad de la línea.
4. **Etapa IV, Evaluación:** Se evalúan los diferentes modelos de producto, y la ruta de la línea para plantear posibles soluciones.
5. **Etapa V, Acción:** se establece la necesidad de implementar un plan de mejoramiento que incremente la productividad, optimice el uso de los recursos utilizados y genere la rentabilidad esperada en la línea1.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

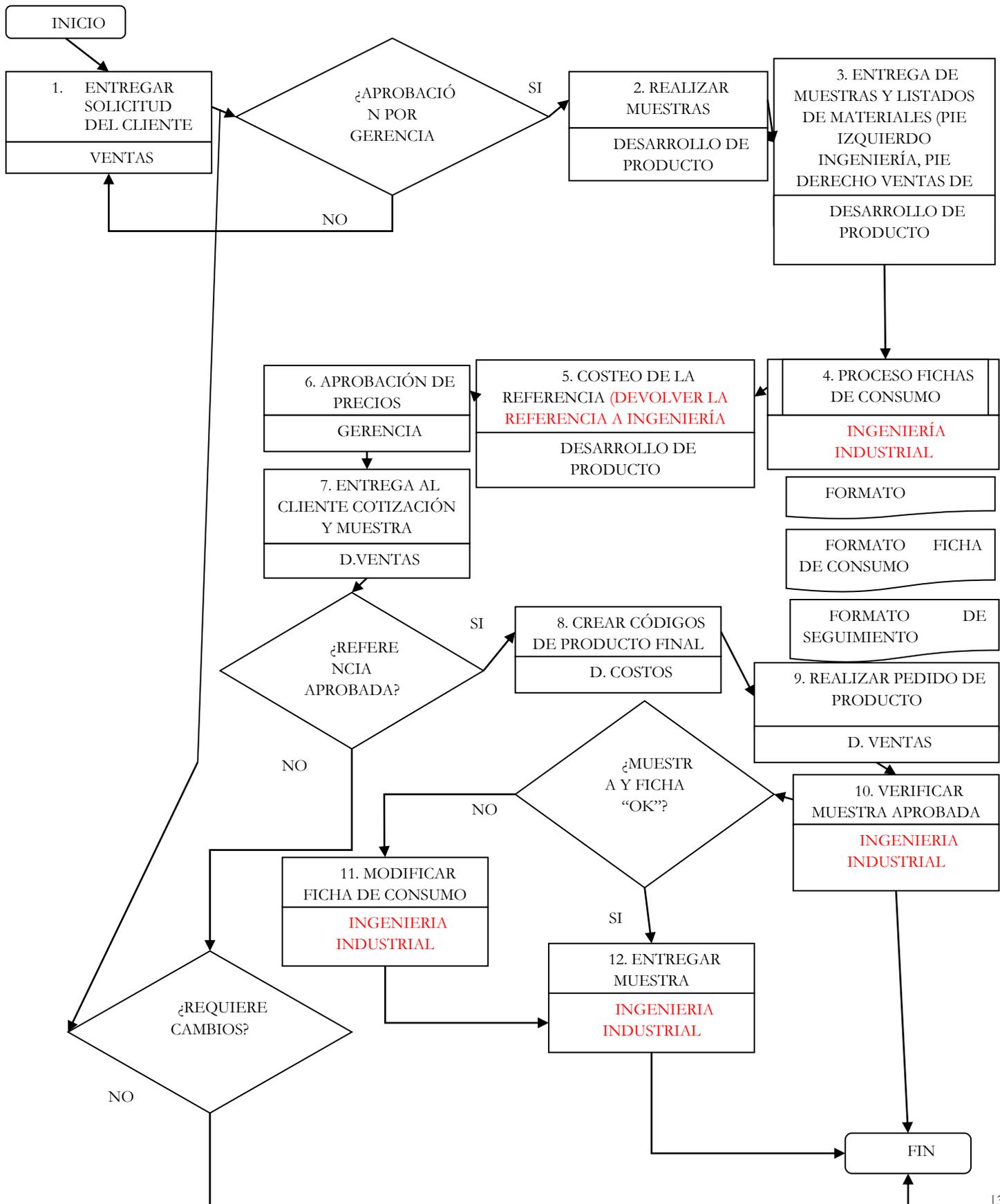
6.1 Diagnóstico del Proceso Productivo

Basados en la metodología planteada, se realizó identificación del estado actual del proceso productivo, mediante la visita a la planta de producción para conocer su infraestructura y el proceso objeto de investigación. Dentro de la recolección de información se identificaron materias primas, mano de obra, planeación y programación de la producción.

6.1.1 Descripción del Proceso de Desarrollo de Producto:

- ✓ **Diseño:** Este proceso tiene como función analizar la tendencia de moda de las sandalias. Dentro de este proceso se analizan las variables que genera el mercado y se toman decisiones referentes a colores, combinaciones, texturas y formas que cada producto debe llevar para que sea exitoso.
- ✓ **Desarrollo:** El proceso de Desarrollo de Producto es el área técnica, donde se materializan las ideas generadas por diseño y se evalúan las características de cada producto para que sean funcionales, cumplan con los requerimientos de las normas técnicas de calzado y con los estándares de Calzabilidad y calidad, también se realizan los prototipos de cada producto.
- ✓ **Ingeniería:** En el proceso de ingeniería se realizan las fichas de consumo de acuerdo a los listados de materiales que suministra Desarrollo de Producto y genera consumos para una unidad de producto, de acuerdo al modelaje en programa Rhino. Así mismo se llevan a cabo tomas de tiempos en planta para generar rutas de proceso de cada producto.
- ✓ **Costos:** Basados en la información de las hojas de consumo, este proceso determina los costos y precios de cada referencia, evaluando los ítems que son necesarios para determinar la rentabilidad de la compañía. También se generan códigos de productos de acuerdo a la clasificación de cada uno.
- ✓ **Ventas:** Este proceso genera la información de estadísticas de ventas en cuanto a colores, referencias, tallas, zonas de venta, colección etc., para determinar los lotes iniciales.
- ✓ **Planeación:** Este proceso se encarga de generar la explosión de materiales de acuerdo las cantidades establecidas por ventas y a la información establecida en la hoja de consumo. Esta solicitud se realiza a compras, al almacén de MP y suministros y a producción. Adicional a esto se realiza distribución del producto terminado de acuerdo a las necesidades de los puntos de venta.
- ✓ **Almacén de MP y Suministros:** De acuerdo a la información de la explosión de materiales se liberan las cantidades requeridas de cada material.
- ✓ **Compras:** Este proceso genera la compra de MP e insumos para la elaboración de las sandalias.
- ✓ **Producción Láminas:** De acuerdo a la solicitud de la explosión de materiales se genera la elaboración de las láminas para plantillas, suelas y de las tiras inyectadas.
- ✓ **Producción Sandalias (línea1).** En este proceso se lleva a cabo toda la transformación de materiales en producto terminado y se tienen varios subprocesos por donde pasan las sandalias estos son:
 1. Troquelado.
 2. Prefabricado.
 3. Preparación.
 4. Ensamble.
 5. Empaque.
 6. Logística: este proceso realiza el despacho de la mercancía a los puntos de venta o clientes.

Gráfico 5: Flujograma desarrollo de producto



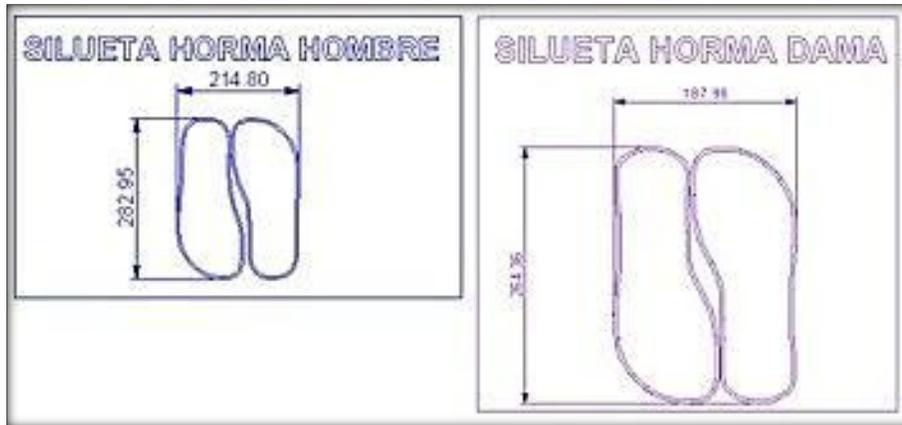
ITEM	PROCESO	DESCRIPCIÓN
1	Inicio	Inicio.
2	Programar	Se programa producción para la línea
3	Revisar	Se revisa el material entregado por producción laminas al almacén
4	Troquelado	Se troquelan las piezas que se requieren.
5	Pulir	Se pulen las piezas en prefabricado.
6	Estampar	Se estampa logo en plantilla.
7	Pegar	Se pega la marquilla sobre la Capellada (Tiras en PVC).
8	Avellanar	Se avellan los orificios para ensamble de Capellada.
9	Limpiar	Se limpian las suelas para ensamble de Capellada.
10.	Ensamblar	Ensamblar Capellada en Plantisuela.
11.	Revisar y limpiar	Revisar parámetros de Calzabilidad de la sandalia y limpiar para empaque.
12.	Etiquetar	Colocar Sujetador y Etiqueta en sandalias, pegar etiquetas en sandalias y bolsa.
13.	Empacar y sellar	Empacar y sellar bolsa.
14.	Ponchar	Se realiza el ingreso de la sandalia al sistema por medio del código de barras.
15	Empacar Volumen	Se empaca paquetes de 50 sandalias en caja para su despacho al área de logística.
16.	Fin	Fin del Proceso.

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2 Descripción del proceso productivo:

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6: Medidas de las siluetas de plantisuela



Fuente: Elaboración propia.

6.2 Estudio de Tiempos y medición del trabajo

Para la medición del trabajo en la línea 1 se utilizó la técnica de Estudio de Tiempos, la cual es empleada para “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 efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida”.²¹

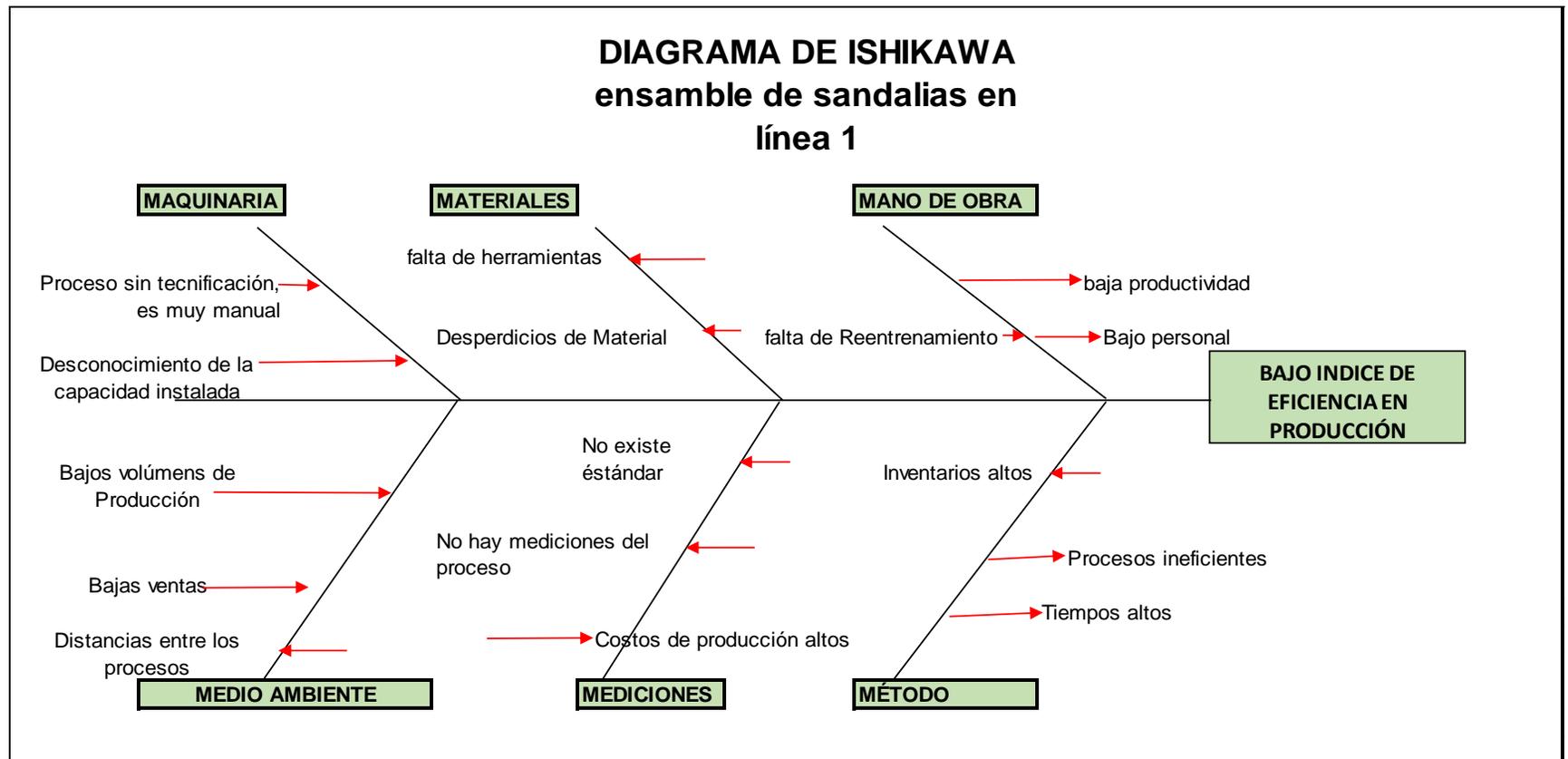
Para este estudio se realizaron 15 tomas de tiempos en cada actividad para un número de 10 pares por iteración, y se calculó solo el tiempo promedio de las actividades.

²¹ [Citado el 10 de Marzo de 2012]. Salazar Lopez, Bryan. Disponible en: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>

7.1.2 Diagrama Causa Efecto

El método que se utilizó para realizar y representar el problema a tratar fue el diagrama de Causa-Efecto, en el cual se el problema se representa en el plano horizontal, mostrando un bajo índice de eficiencia en la producción de calzado. De igual manera se obtuvo las categorías que se consideraron apropiadas al problema, los cuales fueron: mano de obra, materiales, maquinaria, medio ambiente, mediciones y el método de trabajo.

Gráfico 8: Diagrama Causa Efecto



Fuente propia.

Tabla 8: Tiempos tomados en planta de acuerdo al proceso actual

No.	DESCRIPCIÓN	TIEMPOS LINEA 1																												TOTAL			
		ITERACIÓN 1		ITERACIÓN 2		ITERACIÓN 3		ITERACIÓN 4		ITERACIÓN 5		ITERACIÓN 6		ITERACIÓN 7		ITERACIÓN 8		ITERACIÓN 9		ITERACIÓN 10		ITERACIÓN 11		ITERACIÓN 12		ITERACIÓN 13		ITERACIÓN 14		ITERACIÓN 15		PROMEDIO	PROMXPAR
		TIEMPO	UND	TIEMPO	UND	TIEMPO	UND	TIEMPO	UND	TIEMPO	UND	TIEMPO	UND	TIEMPO	UND	TIEMPO	UND	TIEMPO	UND	TIEMPO	UND	TIEMPO	UND	TIEMPO	UND	TIEMPO	UND	TIEMPO	UND	TIEMPO	UND		
1	TROQUELAR PLANTI-SUELAS	3.76	10	3.87	10	4.05	10	3.97	10	3.67	10	3.89	10	3.95	10	3.97	10	3.85	10	3.87	10	3.97	10	4.02	10	3.75	10	3.88	10	3.92	10	3.89	0.39
2	PULIR BORDES DE SANDALIA	5.48	10	5.28	10	5.27	10	5.15	10	5.10	10	5.08	10	5.25	10	5.18	10	5.21	10	5.19	10	5.25	10	5.21	10	5.19	10	5.15	10	5.07	10	5.20	0.52
3	REVISIÓN INICAL DE TIRAS	1.75	10	1.53	10	1.62	10	1.49	10	1.52	10	1.45	10	1.38	10	1.55	10	1.56	10	1.45	10	1.32	10	1.38	10	1.49	10	1.62	10	1.58	10	1.51	0.15
4	LIMPIAR TIRAS CON AT-20	1.62	10	1.65	10	1.58	10	1.55	10	1.63	10	1.67	10	1.55	10	1.87	10	1.54	10	1.60	10	1.54	10	1.63	10	1.62	10	1.57	10	1.62	10	1.62	0.16
5	LIMPIAR MARQUILLAS CON AT-20	0.50	10	0.52	10	0.50	10	0.52	10	0.48	10	0.56	10	0.52	0.5	0.50	10	0.54	10	0.47	10	0.53	10	0.51	10	0.55	10	0.51	10	0.50	10	0.51	0.05
6	SIGNAR TIRAS	1.85	10	1.74	10	1.64	10	1.87	10	1.57	10	1.57	10	1.67	10	1.78	10	1.65	10	1.54	10	1.65	10	1.62	10	1.58	10	1.74	10	1.85	10	1.69	0.17
7	ENGOMAR MARQUILLAS CON PU-689 Y PEGAR A TIRAS	5.89	10	5.38	10	5.75	10	5.98	10	5.62	10	5.99	10	5.64	10	5.88	10	5.79	10	5.96	10	5.87	10	5.65	10	5.75	10	5.78	10	5.90	10	5.79	0.58
9	PASAR TIRAS POR HORNO A 75°c	2.74	10	2.68	10	2.70	10	2.71	10	2.70	10	2.68	10	2.69	10	2.71	10	2.73	10	2.70	10	2.72	10	2.71	10	2.69	10	2.68	10	2.72	10	2.70	0.27
10	PRENSAR TIRAS	0.08	10	0.08	10	0.08	10	0.08	10	0.08	10	0.08	10	0.08	10	0.08	10	0.08	10	0.08	10	0.08	10	0.08	10	0.08	10	0.01	10	0.08	10	0.08	0.01
11	REVISIÓN FINAL DE TIRAS CON MARQUILLA	1.75	10	1.72	10	1.74	10	1.72	10	1.70	10	1.71	10	1.71	10	1.77	10	1.75	10	1.72	10	1.62	10	1.68	10	1.73	10	1.75	10	1.86	10	1.73	0.17
12	AVELLANAR ORIFICIOS EN MÁQUINA	2.24	10	2.30	10	2.21	10	2.22	10	2.22	10	2.21	10	2.26	10	2.25	10	2.27	10	2.26	10	2.27	10	2.26	10	2.25	10	2.21	10	2.20	10	2.24	0.22
13	ESTAMPAR LOGO EN PLANTILLA	2.40	10	2.70	10	2.80	10	2.50	10	2.40	10	2.00	10	2.10	10	2.60	10	2.50	10	2.40	10	2.80	10	2.60	10	2.70	10	2.50	10	2.50	10	2.50	0.25
14	ENSAMBLAR TIRAS A PLANTISUELA	6.65	10	6.58	10	6.54	10	6.62	10	6.63	10	6.57	10	6.58	10	6.58	10	6.57	10	6.61	10	6.62	10	6.57	10	6.58	10	6.61	10	6.61	10	6.59	0.66
15	REVISAR Y LIMPIAR SANDALIAS	3.57	10	3.48	10	3.09	10	3.18	10	3.34	10	3.22	10	3.31	10	3.05	10	3.18	10	3.26	10	3.14	10	3.12	10	3.10	10	3.22	10	3.21	10	3.23	0.32
16	CODIFICAR BOLSA DE EMPAQUE	0.33	10	0.34	10	0.32	10	0.37	10	0.32	10	0.32	10	0.34	10	0.34	10	0.32	10	0.37	10	0.35	10	0.31	10	0.32	10	0.38	10	0.40	10	0.34	0.03
17	CODIFICAR SANDALIA	0.28	10	0.25	10	0.21	10	0.22	10	0.20	10	0.20	10	0.22	10	0.21	10	0.22	10	0.19	10	0.27	10	0.20	10	0.19	10	0.21	10	0.21	10	0.22	0.02
18	COLOCAR SUJETADOR Y MARQUILLA	1.00	10	0.97	10	0.98	10	1.10	10	0.95	10	1.05	10	1.04	10	1.00	10	0.96	10	0.98	10	1.02	10	1.01	10	0.95	10	1.02	10	1.03	10	1.00	0.10
19	EMPACAR SANDALIAS	2.50	10	2.45	10	2.48	10	2.34	10	2.28	10	2.27	10	2.28	10	2.27	10	2.26	10	2.22	10	2.27	10	2.19	10	2.25	10	2.24	10	2.28	10	2.31	0.23
20	SELLAR BOLSA	0.84	10	0.84	10	0.87	10	0.82	10	0.81	10	0.81	10	0.85	10	0.84	10	0.83	10	0.81	10	0.84	10	0.80	10	0.81	10	0.83	10	0.82	10	0.83	0.08
21	INGRESO DE SANDALIAS AL SISTEMA	2.02	10	2.05	10	2.05	10	2.07	10	2.02	10	2.07	10	2.07	10	2.08	10	2.08	10	2.04	10	2.02	10	2.03	10	2.02	10	2.07	10	2.00	10	2.05	0.20
	TOTAL	47.25		46.41		46.48		46.48		45.24		45.40		45.49		46.51		45.89		45.72		46.15		45.58		45.60		45.98		46.36		46.04	4.60

El tiempo total para el ensamble de una referencia línea 1 es de 4.60 minutos

6.2.1 Balanceo de línea

Tabla 9: Balanceo de línea según toma de tiempos actuales

A	MINUTO TOTAL DEL OPERARIO	4.73	4.64	4.65	4.65	4.52	4.54	4.55	4.65	4.59	4.57	4.62	4.56	4.56	4.60
B	CICLO DE CONTROL	0.67	0.66	0.65	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
C	No. DE OPERARIOS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
D	TIEMPO DE LINEA	7.32	7.90	8.50	9.27	9.95	10.51	11.19	11.84	12.48	13.22	13.90	14.45	15.13	15.86
E	% DE BALANCE	65%	59%	55%	50%	45%	43%	41%	39%	37%	35%	33%	32%	30%	29%
F	CICLO DE TRABAJO AJUSTADO	9.09	8.33	7.69	7.14	6.67	6.25	5.88	5.56	5.26	5.00	4.76	4.55	4.35	4.17
G	UNIDAD/HORA	6.60	7.20	7.80	8.40	9.00	9.60	10.20	10.80	11.40	12.00	12.60	13.20	13.80	14.40
H	UNIDAD/TURNO	49.50	54.00	58.50	63.00	67.50	72.00	76.50	81.00	85.50	90.00	94.50	99.00	103.50	108.00
I	UNIDADES/OPERARIOS	72.60	86.40	101.40	117.60	135.00	153.60	173.40	194.40	216.60	240.00	264.60	290.40	317.40	345.60

6.3 Determinación del Tiempo Estándar

De acuerdo a las observaciones realizadas se realiza el cálculo del tiempo estándar para el proceso de línea 1. Se utiliza el método Westinghouse.

Tabla 10: Tiempos estándar actuales, ajustados según método Westinghouse

No	LINEA 1 ACTIVIDADES	OBSERVACIONES (MINUTOS) 20 PARES								10 PARES		tiempo Promedio	% valoración	Tiempo normal	% Suplementos	tiempo estándar	PRODUCCION POR HORA	TIEMPO ESTANDAR XPAD
		1	2	3	4	5	6	7	8									
1	TROQUELAR PLANTI-SUELAS	7,63	8,02	7,56	7,92	7,72	7,99	7,63	3,92		7,30	100%	7,30	0,14	8,32	144	0,42	
2	PULIR BORDES DE SANDALIA	10,76	10,42	10,18	10,43	10,40	10,46	10,34	5,07		9,76	100%	9,76	0,14	11,12	108	0,56	
3	REVISIÓN INICAL DE TIRAS	3,28	3,11	2,97	2,93	3,01	2,70	3,11	1,58		2,84	100%	2,84	0,17	3,32	362	0,17	
4	LIMPIAR TIRAS CON AT-20	3,27	3,13	3,30	3,42	3,14	3,17	3,19	1,62		3,03	100%	3,03	0,17	3,55	338	0,18	
5	LIMPIAR MARQUILLAS CON AT-20	1,02	1,02	1,04	1,02	1,01	1,04	1,06	0,50		0,96	100%	0,96	0,17	1,13	1064	0,06	
6	SIGNAR TIRAS	3,59	3,51	3,14	3,45	3,19	3,27	3,32	1,85		3,17	100%	3,17	0,17	3,70	324	0,19	
7	ENGOMAR MARQUILLAS CON PU-689 Y PEGAR A TIRAS	11,27	11,73	11,61	11,52	11,75	11,52	11,53	5,90		10,85	100%	10,85	0,17	12,70	94	0,63	
8	PASAR TIRAS POR HORNO A 75°C	5,42	5,41	5,38	5,40	5,43	5,43	5,37	2,72		5,07	100%	5,07	0,17	5,93	202	0,30	
9	PRENSAR TIRAS	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,09	0,08		0,14	100%	0,14	0,17	0,16	7274	0,01	
10	REVISIÓN FINAL DE TIRAS CON MARQUILLA	3,47	3,46	3,41	3,48	3,47	3,30	3,48	1,86		3,24	100%	3,24	0,17	3,79	316	0,19	
11	AVELLANAR ORIFICIOS EN MÁQUINA	4,54	4,43	4,43	4,51	4,53	4,53	4,46	2,20		4,20	100%	4,20	0,17	4,92	244	0,25	
12	ESTAMPAR LOGO EN PLANTILLA	5,10	5,30	4,40	4,70	4,90	5,40	5,20	2,50		4,69	100%	4,69	0,17	5,48	219	0,27	
13	ENSAMBLAR TIRAS A PLANTISUELA	13,23	13,16	13,20	13,16	13,18	13,19	13,19	6,61		12,37	100%	12,37	0,17	14,47	83	0,72	
14	REVISAR Y LIMPIAR SANDALIAS	7,05	6,27	6,56	6,36	6,44	6,26	6,32	3,21		6,06	100%	6,06	0,17	7,09	169	0,35	
15	CODIFICAR BOLSA DE EMPAQUE	0,67	0,69	0,64	0,68	0,69	0,66	0,70	0,40		0,64	100%	0,64	0,17	0,75	1599	0,04	
16	CODIFICAR SANDALIA	0,53	0,43	0,40	0,43	0,41	0,47	0,40	0,21		0,41	100%	0,41	0,17	0,48	2502	0,02	
17	COLOCAR SUJETADOR Y MARQUILLA	1,97	2,08	2,00	2,04	1,94	2,03	1,97	1,03		1,88	100%	1,88	0,17	2,20	545	0,11	
18	EMPACAR SANDALIAS	4,95	4,82	4,55	4,55	4,48	4,46	4,49	2,28		4,32	100%	4,32	0,17	5,06	237	0,25	
19	SELLAR BOLSA	1,68	1,69	1,62	1,69	1,64	1,64	1,64	0,82		1,55	100%	1,55	0,17	1,82	661	0,09	
20	INGRESO DE SANDALIAS AL SISTEMA	4,07	4,12	4,09	4,15	4,12	4,05	4,09	2,00		3,84	100%	3,84	0,17	4,49	267	0,22	
TOTAL		93,66	92,96	90,64	92	91,61	91,73	91,578	46,36		86,32		86,3	3,3	100,5	16753,9	5,0	

De acuerdo a este estudio se determina que el tiempo para el proceso productivo de línea 1 es de 5.1 minutos, de acuerdo al tiempo promedio este aumenta en un 9%. Los suplementos que se tuvieron en cuenta fueron:

Tabla 11: Suplementos de trabajo para línea 1

Nº	Descripción del Suplemento	HOMBRE	MUJER
1	SUPLEMENTO POR DESCANSO		
	Suplementos por fatiga básica	4%	4%
	Suplementos por necesidades personales	5%	7%
2	SUPLEMENTOS POR variables		
	Trabajo de Pie	2%	4%
3	SUPLEMENTOS POR MONOTONÍA MENTAL		
	Trabajo Bastante monótono	1%	1%
4	SUPLEMENTOS POR MONOTONÍA FÍSICA		
	Trabajo algo aburrido	2%	1%
TOTAL % DE SUPLEMENTOS		14%	17%

Se toman los suplementos de hombres solo para la operación 1 y 2, de resto se trabaja con los suplementos para mujeres.

Para el cálculo del tiempo básico o normal se le suman las tolerancias por suplementos concedidos, obteniéndose el tiempo concedido por cada elemento. Se procederá así para cada elemento (**Tt = Tiempo concedido elemental**):²²

$$Tt = Tn * (1 + Suplementos)$$

Escala de valoración

Para poder comparar acertadamente el ritmo de trabajo observado con el ritmo estándar hace falta una escala numérica que sirva de metro para calcularlos. La variación se puede utilizar como factor por el cual se multiplica el tiempo observado para obtener el tiempo básico, o sea el tiempo que tardaría en realizar el elemento al ritmo estándar el trabajador calificado con suficiente motivo para aplicarse.

En la actualidad se utilizan varias escalas de valoración, señalando que las más usadas están entre los rangos de 100-133, la 60-80, la 75-100 y la norma británica de

²² Obtenido de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/c%C3%A1culo-del-tiempo-est%C3%A1ndar-o-tipo/>

0-100. Entendiendo que el valor más bajo de las tres primeras escalas presentada se atribuye al caso del ritmo de trabajo de un operario retribuido por tiempo, y el más elevado, que siempre superior en un tercio, al que hemos llamado ritmo estándar.²³

Gráfico 7: Escalas de valoración del trabajo

ESCALAS				Descripción del Desempeño	Velocidad de Marcha Comparable	
60-80	75-100	100-133	0-100		m/h	k/h
0	0	0	0	Actividad nula.		
40	50	67	50	Muy Lento: Movimientos torpes, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	2	3.2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado: parece lento, pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.	3	4.8
80	100	133	100	Activo, Capaz como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	4	6.4
100	125	167	125	Muy rápido: el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.	5	8.0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos: actuando de virtuoso, solo alcanza por unos pocos trabajadores sobresalientes.	6	9.6

Fuente propia.

La valoración se da como 100% ya que todos son operarios con amplia experiencia en las actividades. Esta valoración se realiza para determinar la capacidad, experiencia y dominio del proceso que tienen los operarios. Esto permite identificar las necesidades de capacidad y reentrenamiento que se deben hacer en la línea.

²³ Disponible En: <http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html>

6.4 Método Mejorado

De acuerdo a la observación del proceso en planta y a la infraestructura con la que cuenta, se propone replantear la ruta de operaciones de la siguiente manera:

- **Troquelado:** Actualmente, este se realiza en una máquina mecánica donde el operario es quien ubica la lámina y troquela de acuerdo a su pericia. Para este manejo del material por su tamaño (100cmx200cm) es dispendioso y se evidencian tiempos muertos y tiempos altos en el alistamiento, adicional a esto cuando él ha troquelado 5 pares en el ancho de la lámina, debe desprender los pares e irlos apilonando en una mesa.
- Para esto se sugiere acondicionar la máquina troqueladora automática donde actualmente se utiliza únicamente para un producto de la compañía que es tipo exportación, y que es de volúmenes muy altos. Esto implicaría realizar una inversión en troquelaría nueva y en bancos. Aproximadamente \$1.000.000 una única vez.
- Para este nuevo proceso se requerirían 2 operarios. De acuerdo a una toma de tiempos realizada en esta máquina, se obtuvieron los siguientes datos, para 35 pares de dama que salen en la lámina.

Tabla 8: Tiempos tomados en troqueladora automática para horma de mujeres:

No	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES (MINUTOS)					tiempo Promedio	% valoración	Tiempo normal	% Suplementos	tiempo estandar	PRODUCCION POR HORA	ESTANDAR POR PAR
		1	2	3	4	5							
1	UBICAR LAMINA	0,45	0,48	0,48	0,47	0,50	0,48	100%	0,48	14,0%	0,54	3870	0,015504
2	TROQUELAR	1,85	1,87	1,85	1,86	1,85	1,86	100%	1,86	14,0%	2,12	993	0,06
3	CORRER LÁMINA	0,06	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	100%	0,07	14,0%	0,08	25945	0,00
4	DESPRENDER	0,88	0,90	0,87	0,92	0,94	0,90	100%	0,90	14,0%	1,03	2042	0,03
5	ORGANIZAR	1,39	1,42	1,45	1,40	1,42	1,42	100%	1,42	14,0%	1,61	1301	0,05
	TOTAL						4,72		4,72		5,38	34151	0,154

Y para hombre 30 pares.

Tabla 9: Tiempos tomados en troqueladora automática para horma de hombres:

No	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES (MINUTOS)					tiempo Promedio	% valoración	Tiempo normal	% Suplementos	tiempo estandar	PRODUCCION POR HORA	ESTANDAR POR PAR
		1	2	3	4	5							
1	UBICAR LAMINA	0,45	0,48	0,48	0,47	0,50	0,48	100%	0,48	14,0%	0,54	3649	0,02
2	TROQUELAR	1,85	1,87	1,85	1,86	1,85	1,86	100%	1,86	14,0%	2,12	851	0,07
3	CORRER LÁMINA	0,06	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	100%	0,07	14,0%	0,08	22239	0,00
4	DESPRENDER	0,88	0,90	0,87	0,92	0,94	0,90	100%	0,90	14,0%	1,03	1750	0,03
5	ORGANIZAR	1,39	1,42	1,45	1,40	1,42	1,42	100%	1,42	14,0%	1,61	1115	0,05
	TOTAL						4,72		4,72		5,38	29604	0,178

Pegue de marquillas sobre tiras: Se propone eliminar la marquilla que va pegada sobre la tira, ya que este es un proceso netamente manual y el cual requiere de mínimo 4 operarios para realizarlo, adicional esto ayudaría a disminuir costos tanto de la marquilla como en el uso de insumos tales como:

- ✓ Pegante PU 689 sobre tiras y marquillas
- ✓ Limpiador AT-20
- ✓ Mina Plata
- ✓ Y de máquinas como el horno y la prensa.

Se propone cambiar la tira lisa por la tira lisa con logo, ya que en la empresa hay molde existente.

En la ruta de proceso se disminuirían los siguientes tiempos:

Tabla 10: Actividades sugeridas para eliminar en el proceso

No	LINEA 1 ACTIVIDADES	OBSERVACIONES (MINUTOS) 20 PARES								10 PARES	tiempo Promedio	% valoración	Tiempo normal	% Suplementos	tiempo estandar	PRODUCCION POR HORA	TIEMPO ESTANDAR X PAR
		1	2	3	4	5	6	7	8								
1	LIMPIAR TIRAS CON AT-20	3,27	3,13	3,30	3,42	3,14	3,17	3,19	1,62	3,03	100%	3,03	0,17	3,55	338	0,18	
2	LIMPIAR MARQUILLAS CON AT-20	1,02	1,02	1,04	1,02	1,01	1,04	1,06	0,50	0,96	100%	0,96	0,17	1,13	1064	0,06	
3	SIGNAR TIRAS	3,59	3,51	3,14	3,45	3,19	3,27	3,32	1,85	3,17	100%	3,17	0,17	3,70	324	0,19	
4	ENGOMAR MARQUILLAS CON PU-689 Y PEGAR A TIRAS	11,27	11,73	11,61	11,52	11,75	11,52	11,53	5,90	10,85	100%	10,85	0,17	12,70	94	0,63	
5	PASAR TIRAS POR HORNO A 75°C	5,42	5,41	5,38	5,40	5,43	5,43	5,37	2,72	5,07	100%	5,07	0,17	5,93	202	0,30	
6	PRENSAR TIRAS	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,09	0,08	0,14	100%	0,14	0,17	0,16	7274	0,01	
7	REVISIÓN FINAL DE TIRAS CON MARQUILLA	3,47	3,46	3,41	3,48	3,47	3,30	3,48	1,86	3,24	100%	3,24	0,17	3,79	316	0,19	
	TOTAL	28,20	28,42	28,04	28,45	28,15	27,89	28,04	14,53	26,46	7,00	26,46	1,19	30,96	9.614,05	1,55	

Y se reducirían los tiempos por desplazamiento.

- Estampado logo en Plantilla:** De acuerdo a lo investigado en los puntos de venta y a la revisión del producto terminado, se evidencia que el logo estampado no tiene una duración mayor a los 15 días, ya que por el roce, el movimiento, esta tinta se va borrando. La iniciativa es que el producto tenga una identificación de la marca, la cual la está llevando en la suela ya que es contramarcada, adicional si se realiza el cambio este llevaría el logo pero adicional se sugiere que en vez de que el proceso sea un estampado se realice un repujado con un sello al calor, sobre la plantilla generando así mayor durabilidad.

Se realizaron unas pruebas pilotos y los tiempos que estas arrojaron fueron:

Tabla 11: Tiempos tomados para repujar logo en plantilla:

No	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES (MINUTOS)					tiempo Promedio	% valoración	Tiempo normal	% Suplementos	tiempo estandar	PRODUCCION POR HORA	ESTANDAR POR PAR
		1	2	3	4	5							
1	UBICAR SUELA	2,48	2,50	2,51	2,45	2,41	2,47	100%	2,47	14,0%	2,82	639	0,09
2	REPUJAR LOGO	1,50	1,56	1,60	1,57	1,52	1,55	100%	1,55	14,0%	1,77	1019	0,06
3	ORGANIZAR	0,87	0,85	0,80	0,85	0,84	0,84	100%	0,84	14,0%	0,96	1875	0,03
	TOTAL						4,86		4,86		5,54	3533	0,185

Evidentemente se llegan a reducir costo en materiales, tales como las planchas que se deben realizar (mínimo 3) y adicional, el consumo de insumos como tinta y disolvente. El costo del sello es de aproximadamente \$300.000.

- ✓ **Codificación de Bolsa de Empaque:** Se sugiere eliminar la codificación de la bolsa ya que para el control de inventarios se debe realizar con la codificación del producto, adicional por el tipo de empaque en volumen que se realiza, el sticker se puede desprender y fácilmente perderse.
 - Aquí se presentaría un ahorro en mano de obra, ya que se dispondría de un operario para otra labor. Adicional se evitaría el consumo en cuanto a insumos como el sticker y cinta de impresión.
- ✓ **Etiqueta y Sujetador:** Se debe plantear la posibilidad de que la información que esta etiqueta lleva (marca empresarial) se pueda agrupar en la bolsa de empaque para disminuir estos tiempos en planta y que adicionalmente el consumidor del producto normalmente los desecha al momento de desempacarlo.

6.4.1 Tiempos resultantes método mejorado:

Tabla 12: Tiempos estándar para ensamble de sandalia 3 puntas en la línea 1. Método mejorado:

LINEA 1		
No	ACTIVIDADES	TIEMPO ESTANDAR VPAD
1	TROQUELAR PLANTI-SUELAS	0,18
2	PULIR BORDES DE SANDALIA	0,56
3	REVISIÓN INICAL DE TIRAS	0,17
4	AVELLANAR ORIFICIOS EN MÁQUINA	0,25
5	REPUJAR LOGO EN PLANTILLA	0,19
6	ENSAMBLAR TIRAS A PLANTISUELA	0,72
7	REVISAR Y LIMPIAR SANDALIAS	0,35
8	CODIFICAR SANDALIA	0,02
9	EMPACAR SANDALIAS	0,25
10	SELLAR BOLSA	0,09
11	INGRESO DE SANDALIAS AL SISTEMA	0,22
TOTAL		3,0

Cálculo de la Productividad

Tiempo del ciclo Original: 5.0 min

Tiempo ciclo Mejorado: 3.0 min

Variación Porcentual: $((3-5))/5=-2/5=-0.4$

El tiempo de proceso ha disminuido un 40%, lo que quiere decir que con este método la productividad aumenta significativamente.

6.4.3 Cursograma analítico método mejorado

Gráfico 8: Cursograma analítico método mejorado:

CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario / Material / Equipo					
Diagrama no.1 Hoja: de				Resumen					
Producto: Sandalia tres puntas				Actividad	Actual	Propuesto	Economía		
Actividad: Producción de 30 sandalias 3 puntas				Operación ○					
Método: actual / propuesto				Inspección □					
Lugar: Planta de Producción				Espera ◻					
Operario (s): Ficha no.				Transporte ⇨					
				Almacenamiento ▽					
				Distancia (mts.)					
				Tiempo (hrs.-hom.)					
				Costo					
				Mano de obra					
				Material					
				TOTAL					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia	Tiempo	Actividad					OBSERVACIONES
				○	□	◻	⇨	▽	
Llevar lámina a Troquelado	1	4	1						Operario de Almacén 0.033xpar
Troquelado	30		0.18						
Llevar plantisuela a Prefabricado	30	2	0.5						0.017xpar
Pulir plantisuleas	30		0.56						
Llevar a repujado	30	2	0.5						0.017xpar
Repujar logo	30		0.19						
Llevar tiras a ensamble	30	8	1.5						0.05xpar
Revisar tiras	30		0.17						
Llevar plantisuela a ensamble	30	3	0.8						0.027xpar
Avellanar plantisuela en máquina	30		0.25						
Llevar plantisuela a línea	30	2.5	0.65						0.022xpar
Ensamblar tiras a plantisuela	30		0.72						
Revisar y limpiar plantisuela	30		0.35						
Codificar sandalias	30		0.02						
Empacar sandalias	30		0.25						
Sellar Bolsa	30		0.09						
Ponchar sandalias	30	1	0.22						
Empacar sandalias en bolsa	30		0.10						Volumen
Apilar bolsas	30	2	0.2						

Llevar a despachos	30	30	4							Operario de despachos 0.14xpar
TOTAL		54.5	3.606							

7.4.4 Diagrama Bimanual método mejorado

Gráfico 9: Diagrama Bimanual método mejorado

Diagrama Bimanual											
Diagrama Num.:		Hoja Num. de		Resumen							
Producto:		Sandalia Tres Puntas		Actividad		Izquierda		Derecha			
Operación:		Construcción Sandalia 3 puntas		Operación		15		18			
Lugar:		Planta de Producción Línea 1		Transporte		7		7			
				Inspección		5		2			
				Almacenamiento		2		2			
Metodo :		Propuesto									
Aprobado por:		Fecha:									
Descripcion Mano Izquierda		Símbolo				Símbolo				Descripcion Mano Derecha	
		○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽		
Cargar lámina a Troquelado		○	⇒			○	⇒			Cargar lámina a Troquelado	
Ubicar lámina a Máquina troqueladora		●				●				Ubicar lámina a Máquina troqueladora	
Espera Programación				D				D		Programar máquina	
Inicio troquelado		●				●				Inicio troquelado	
Desprender plantisuelas		●				●				Desprender plantisuelas	
Llevar plantisuelas a Prefabricado		●	⇒			●	⇒			Llevar plantisuelas a Prefabricado	
Espera				D				D		Coger plantisuela	
Sostener plantisuela		●				●				Pulir Plantisuela	
Llevar plantisuelas a Repujado		●	⇒			●	⇒			Llevar plantisuelas a Repujado	
Coger plantisuelas y ubicar en máquina		●				●				Coger plantisuelas y ubicar en máquina	
Repujar (pedal activa)				D				D		Repujar (pedal activa)	
Ubicar plantisuelas repujadas					▽				▽	Ubicar plantisuelas repujadas	
Llevar tiras a ensamble		●	⇒			●	⇒			Llevar tiras a ensamble	
Revisar tiras		●				●				Revisar tiras	
Llevar plantisuelas a Ensamble		●	⇒			●	⇒			Llevar plantisuelas a Ensamble	
Coger plantisuelas y ubicar en máquina		●				●				Coger plantisuelas y ubicar en máquina	
Avellanar plantisuelas		●				●				Avellanar plantisuelas	
Ubicar plantisuelas avellanadas					▽				▽	Ubicar plantisuelas avellanadas	
Llevar plantiseuleas a línea		●	⇒			●	⇒			Llevar plantiseuleas a línea	
Ensamblar tiras a Plantisuela		●				●				Ensamblar tiras a Plantisuela	
Revisar y limpiar plantisuelas		●				●				Revisar y limpiar plantisuelas	
Espera				D				D		Codificar Plantisuela	
Empacar Sandalias		●				●				Empacar Sandalias	
Sostener bolsa para sellar		●				●				Sostener bolsa para sellar	
Sostener Bolsa para Ponchar		●				●				Ponchar Código	
Empacar en bolsa volumen		●				●				Empacar en bolsa volumen	
Apilar Bolsas		●				●				Apilar Bolsas	
Llevar Bolsas a Despachos		●	⇒			●	⇒			Llevar Bolsas a Despachos	
Total		15	7	5	2	18	7	2	2		

Fuente propia.

7. CONCLUSIONES

- ❖ El diagnóstico inicial que se realizó a la empresa permitió evidenciar de forma cualitativa y cuantitativa, el proceso productivo en la línea 1 la cual generó resultados medibles, en cuanto a aspectos por mejorar y aspectos positivos. Así mismo evidenció la carencia de estandarización de los procesos los cuales son necesarios para medir la productividad.
- ❖ El estudio de métodos y tiempos permitió generar una luz de mejoramiento dentro del proceso productivo, ya que se tuvieron en cuenta los suplementos de los operarios de acuerdo a lo estipulado por la OIT, los cuales no se tenían contemplados. Esto aterriza la realidad y permite que la gerencia tome decisiones que impacten la rentabilidad de la línea.
- ❖ La línea 1 es una línea que debe generar volúmenes altos, que permitan que los costos de la compañía sean absorbidos y generen más utilidades a la empresa.
- ❖ En la línea aún se evidencia actividades muy manuales, las cuales son susceptibles a tecnificarlas con una inversión.

8. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda a la empresa llevar a cabo la implementación del método mejorado para aumentar la productividad en la línea 1.
- ❖ Se evidencia una necesidad de replantear el diseño de la distribución en planta, lo cual generará disminución significativa en los tiempos de transporte.
- ❖ Es importante replantear la innovación y el diseño de los modelos para que estos sean más competitivos en el mercado y así por ampliar el nicho que permita aumentar las ventas.
- ❖ Es necesario generar un nuevo balanceo de línea en esta línea 1, para determinar nuevamente la capacidad.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Ciclo de Producción. Obtenido de: <https://www.explicacion.net/ciclo-de-produccion/>
- ✓ Ciclo de Producción. Obtenido de <https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Production+Cycle>
- ✓ CHACÓN ORTEGA, Edith Angélica. Estudio de métodos y tiempos en la Comercializadora Herluz S.A.S En la Ciudad de San José de Cúcuta. Universidad Libre Seccional Cúcuta. Facultad de Ingeniería.
- ✓ GOMÉZ DURÁN, Oscar Iván. Mejoramiento del sistema productivo de la empresa calzado Beatriz de Vargas. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de estudios industriales y Empresariales. Bucaramanga.
- ✓ CEBALLOS MONTOYA, Bruno. Estudio de la línea productiva didáctico y manualidades de una empresa del sector de plásticos y cauchos para la mejora de la productividad. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali. Facultad de Ingeniería. Departamento de Operaciones y Sistemas.
- ✓ Investigación Exploratoria. Obtenido de: <https://www.questionpro.com/blog/exploratory-research/>
- ✓ Investigación Descriptiva. Obtenido de: <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>
- ✓ Investigación Descriptiva. Obtenido de: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-descriptiva/>
- ✓ Edward V. Krick, Ingeniería de Métodos. Editorial Limusa S.A. México D.F 1999 ISBN 968- 18-0585-2
- ✓ Motion Study. Obtenido de: <https://www.edumind.com/management/blog/2014/12/project-mangers-efficiency-through-time-and-motion-study.html>
- ✓ Estudio del trabajo, Medición del trabajo. Ing. Solis Florencio
- ✓ BURGOS, G. (2009). Ingeniería de métodos (4^a Reimpresión de la 2a ed.). Valencia: Universidad de Carabobo.
- ✓ Suplementos de trabajo. Obtenido de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>
- ✓ Salazar López, Bryan. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>
- ✓ Distribución de Planta. Obtenido de: <https://leanmanufacturing10.com/disenio-la-distribucion-planta-definicion-cuando-realizarla>
- ✓ Cálculo del tiempo estándar: Obtenido de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/c%C3%A1lculo-del-tiempo-est%C3%A1ndar-o-tipo/>

- ✓ Variación del Ritmo. Obtenido de: <http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html>
- ✓ García Criollo, Roberto. Estudio del trabajo. Medición del trabajo, México D.F McGrawHill, c1998 ISBN 970-10-1657-1
- ✓ Ingeniería de métodos y medida del trabajo, William Álvarez Bermúdez. Universidad Nacional de Colombia (Medellín).

10. ANEXOS

11. Anexo 1. Tablas.

No	LINEA 1 ACTIVIDADES	OBSERVACIONES (MINUTOS) 20 PARES								10 PARES	tiempo Promedio	% valoración	Tiempo normal	% Suplementos	tiempo estandar	PRODUCCION POR HORA	TIEMPO ESTANDAR VPAD
		1	2	3	4	5	6	7	8								
1	TROQUELAR PLANTI-SUELAS	7,63	8,02	7,56	7,92	7,72	7,99	7,63	3,92	7,30	100%	7,30	1,0	7,46	161	0,37	
2	PULIR BORDES DE SANDALIA	10,76	10,42	10,18	10,43	10,40	10,46	10,34	5,07	9,76	100%	9,76	1,4	13,33	90	0,67	
3	REVISIÓN INICAL DE TIRAS	3,28	3,11	2,97	2,93	3,01	2,70	3,11	1,58	2,84	100%	2,84	0,5	1,37	877	0,07	
4	LIMPIAR TIRAS CON AT-20	3,27	3,13	3,30	3,42	3,14	3,17	3,19	1,62	3,03	100%	3,03	0,5	1,56	769	0,08	
5	LIMPIAR MARQUILLAS CON AT-20	1,02	1,02	1,04	1,02	1,01	1,04	1,06	0,50	0,96	100%	0,96	0,2	0,16	7600	0,01	
6	SIGNAR TIRAS	3,59	3,51	3,14	3,45	3,19	3,27	3,32	1,85	3,17	100%	3,17	0,5	1,70	705	0,09	
7	A TIRAS	11,27	11,73	11,61	11,52	11,75	11,52	11,53	5,90	10,85	100%	10,85	1,8	20,03	60	1,00	
8	PASAR TIRAS POR HORNO A 75°c	5,42	5,41	5,38	5,40	5,43	5,43	5,37	2,72	5,07	100%	5,07	0,9	4,37	275	0,22	
9	PRENSAR TIRAS	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,09	0,08	0,14	100%	0,14	0,0	0,00	355054	0,00	
10	REVISIÓN FINAL DE TIRAS CON MARQUILLA	3,47	3,46	3,41	3,48	3,47	3,30	3,48	1,86	3,24	100%	3,24	0,6	1,79	672	0,09	
11	AVELLANAR ORIFICIOS EN MÁQUINA	4,54	4,43	4,43	4,51	4,53	4,53	4,46	2,20	4,20	100%	4,20	0,7	3,00	399	0,15	
12	ESTAMPAR LOGO EN PLANTILLA	5,10	5,30	4,40	4,70	4,90	5,40	5,20	2,50	4,69	100%	4,69	0,8	3,74	321	0,19	
13	ENSAMBLAR TIRAS A PLANTISUELA	13,23	13,16	13,20	13,16	13,18	13,19	13,19	6,61	12,37	100%	12,37	2,1	25,99	46	1,30	
14	REVISAR Y LIMPIAR SANDALIAS	7,05	6,27	6,56	6,36	6,44	6,26	6,32	3,21	6,06	100%	6,06	1,0	6,24	192	0,31	
15	CODIFICAR BOLSA DE EMPAQUE	0,67	0,69	0,64	0,68	0,69	0,66	0,70	0,40	0,64	100%	0,64	0,1	0,07	17166	0,00	
16	CODIFICAR SANDALIA	0,53	0,43	0,40	0,43	0,41	0,47	0,40	0,21	0,41	100%	0,41	0,1	0,03	41992	0,00	
17	COLOCAR SUJETADOR Y MARQUILLA	1,97	2,08	2,00	2,04	1,94	2,03	1,97	1,03	1,88	100%	1,88	0,3	0,60	1992	0,03	
18	EMPACAR SANDALIAS	4,95	4,82	4,55	4,55	4,48	4,46	4,49	2,28	4,32	100%	4,32	0,7	3,18	378	0,16	
19	SELLAR BOLSA	1,68	1,69	1,62	1,69	1,64	1,64	1,64	0,82	1,55	100%	1,55	0,3	0,41	2929	0,02	
20	INGRESO DE SANDALIAS AL SISTEMA	4,07	4,12	4,09	4,15	4,12	4,05	4,09	2,00	3,84	100%	3,84	0,7	2,50	480	0,13	
	TOTAL	93,66	92,96	90,64	92	91,61	91,73	91,578	46,36	86,32		86,3	14,2	97,5	432157,2		

Fuente de elaboración propia.

No	LINEA 1 ACTIVIDADES	OBSERVACIONES (MINUTOS) 20 PARES								tiempo Promedio	% valoración	Tiempo normal	% Suplementos	tiempo estandar	PRODUCCION POR HORA	TIEMPO ESTANDAR VPA
		1	2	3	4	5	6	7	8							
1	TROQUELAR PLANTI-SUELAS	7,63	8,02	7,56	7,92	7,72	7,99	7,63	3,92	7,30	100%	7,30	0,14	8,32	144	0,42
2	PULIR BORDES DE SANDALIA	10,76	10,42	10,18	10,43	10,40	10,46	10,34	5,07	9,76	100%	9,76	0,14	11,12	108	0,56
3	REVISIÓN INICAL DE TIRAS	3,28	3,11	2,97	2,93	3,01	2,70	3,11	1,58	2,84	100%	2,84	0,17	3,32	362	0,17
4	LIMPIAR TIRAS CON AT-20	3,27	3,13	3,30	3,42	3,14	3,17	3,19	1,62	3,03	100%	3,03	0,17	3,55	338	0,18
5	LIMPIAR MARQUILLAS CON AT-20	1,02	1,02	1,04	1,02	1,01	1,04	1,06	0,50	0,96	100%	0,96	0,17	1,13	1064	0,06
6	SIGNAR TIRAS	3,59	3,51	3,14	3,45	3,19	3,27	3,32	1,85	3,17	100%	3,17	0,17	3,70	324	0,19
7	ENGOMAR MARQUILLAS CON PU-689 Y PEGAR A TIRAS	11,27	11,73	11,61	11,52	11,75	11,52	11,53	5,90	10,85	100%	10,85	0,17	12,70	94	0,63
8	PASAR TIRAS POR HORNO A 75°C	5,42	5,41	5,38	5,40	5,43	5,43	5,37	2,72	5,07	100%	5,07	0,17	5,93	202	0,30
9	PRENSAR TIRAS	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,09	0,08	0,14	100%	0,14	0,17	0,16	7274	0,01
10	REVISIÓN FINAL DE TIRAS CON MARQUILLA	3,47	3,46	3,41	3,48	3,47	3,30	3,48	1,86	3,24	100%	3,24	0,17	3,79	316	0,19
11	AVELLANAR ORIFICIOS EN MÁQUINA	4,54	4,43	4,43	4,51	4,53	4,53	4,46	2,20	4,20	100%	4,20	0,17	4,92	244	0,25
12	ESTAMPAR LOGO EN PLANTILLA	5,10	5,30	4,40	4,70	4,90	5,40	5,20	2,50	4,69	100%	4,69	0,17	5,48	219	0,27
13	ENSAMBLAR TIRAS A PLANTISUELA	13,23	13,16	13,20	13,16	13,18	13,19	13,19	6,61	12,37	100%	12,37	0,17	14,47	83	0,72
14	REVISAR Y LIMPIAR SANDALIAS	7,05	6,27	6,56	6,36	6,44	6,26	6,32	3,21	6,06	100%	6,06	0,17	7,09	169	0,35
15	CODIFICAR BOLSA DE EMPAQUE	0,67	0,69	0,64	0,68	0,69	0,66	0,70	0,40	0,64	100%	0,64	0,17	0,75	1599	0,04
16	CODIFICAR SANDALIA	0,53	0,43	0,40	0,43	0,41	0,47	0,40	0,21	0,41	100%	0,41	0,17	0,48	2502	0,02
17	COLOCAR SUJETADOR Y MARQUILLA	1,97	2,08	2,00	2,04	1,94	2,03	1,97	1,03	1,88	100%	1,88	0,17	2,20	545	0,11
18	EMPACAR SANDALIAS	4,95	4,82	4,55	4,55	4,48	4,46	4,49	2,28	4,32	100%	4,32	0,17	5,06	237	0,25
19	SELLAR BOLSA	1,68	1,69	1,62	1,69	1,64	1,64	1,64	0,82	1,55	100%	1,55	0,17	1,82	661	0,09
20	INGRESO DE SANDALIAS AL SISTEMA	4,07	4,12	4,09	4,15	4,12	4,05	4,09	2,00	3,84	100%	3,84	0,17	4,49	267	0,22
	TOTAL	93,66	92,96	90,64	92	91,61	91,73	91,578	46,36	86,32		86,3	3,3	100,5	16753,9	5,0

Fuente de elaboración propia.

10. Anexo 1. Formula.

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

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

N' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

Muestreo	Observacion 1	Observacion 2	Observacion 3	Observacion 4	Observacion 5	Observacion 6	Observacion 7	Observacion 8	Observacion 9	Observacion 10	Σx	Σx^2	rango
TROQUELAR PLANTI-SUELAS	3,76	3,87	4,05	3,97	3,67	3,89	3,95	3,97	3,85	3,87	38,85	151,04	0,38
PULIR BORDES DE SANDALIA	5,48	5,28	5,27	5,15	5,10	5,08	5,25	5,18	5,21	5,19	52,19	272,50	0,40
REVISIÓN INICAL DE TIRAS	1,75	1,53	1,62	1,49	1,52	1,45	1,38	1,55	1,56	1,45	15,30	23,50	0,37
LIMPIAR TIRAS CON AT-20	1,62	1,65	1,58	1,55	1,63	1,67	1,55	1,87	1,54	1,60	16,26	26,52	0,33
LIMPIAR MARQUILLAS CON AT-20	0,50	0,52	0,50	0,52	0,48	0,56	0,52	0,50	0,54	0,47	5,11	2,62	0,09
SIGNAR TIRAS	1,85	1,74	1,64	1,87	1,57	1,57	1,67	1,78	1,65	1,54	16,88	28,62	0,33
ENGOMAR MARQUILLAS CON PU-689 Y PEGAR A TIRAS	5,89	5,38	5,75	5,98	5,62	5,99	5,64	5,88	5,79	5,96	57,88	335,35	0,61
PASAR TIRAS POR HORNO A 75°C	2,74	2,68	2,70	2,71	2,70	2,68	2,69	2,71	2,73	2,70	27,04	73,12	0,06
PRENSAR TIRAS	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,80	0,06	0,00
REVISIÓN FINAL DE TIRAS CON MARQUILLA	1,75	1,72	1,74	1,72	1,70	1,71	1,71	1,77	1,75	1,72	17,29	29,90	0,07
AVELLANAR ORIFICIOS EN MÁQUINA	2,24	2,30	2,21	2,22	2,22	2,21	2,26	2,25	2,27	2,26	22,44	50,36	0,09
ESTAMPAR LOGO EN PLANTILLA	2,40	2,70	2,80	2,50	2,40	2,00	2,10	2,60	2,50	2,40	24,40	60,08	0,80
ENSAMBLAR TIRAS A PLANTISUELA	6,65	6,58	6,54	6,62	6,63	6,57	6,58	6,58	6,57	6,61	65,93	434,69	0,11
REVISAR Y LIMPIAR SANDALIAS	3,57	3,48	3,09	3,18	3,34	3,22	3,31	3,05	3,18	3,26	32,68	107,04	0,52
CODIFICAR BOLSA DE EMPAQUE	0,33	0,34	0,32	0,37	0,32	0,32	0,34	0,34	0,32	0,37	3,37	1,14	0,05
CODIFICAR SANDALIA	0,28	0,25	0,21	0,22	0,20	0,20	0,22	0,21	0,22	0,19	2,20	0,49	0,09
COLOCAR SUJETADOR Y MARQUILLA	1,00	0,97	0,98	1,10	0,95	1,05	1,04	1,00	0,96	0,98	10,03	10,08	0,15
EMPACAR SANDALIAS	2,50	2,45	2,48	2,34	2,28	2,27	2,28	2,27	2,26	2,22	23,35	54,62	0,28
SELLAR BOLSA	0,84	0,84	0,87	0,82	0,81	0,81	0,85	0,84	0,83	0,81	8,32	6,93	0,06
INGRESO DE SANDALIAS AL SISTEMA	2,02	2,05	2,05	2,07	2,02	2,07	2,07	2,08	2,08	2,04	20,55	42,23	0,06

Fuente de elaboración propia.