



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN UNA
EMPRESA DEL SECTOR MARROQUINERÍA CON EL
FIN DE MEJORAR LOS PROCESOS Y APORTAR
INFORMACIÓN PARA IMPLEMENTAR UN
MODELO DE COSTOS.**

Autor

Maria Camila Cano Lopera

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería
Industrial

Medellín, Colombia

2020



ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR
MARROQUINERÍA CON EL FIN DE MEJORAR LOS PROCESOS Y APORTAR
INFORMACIÓN PARA IMPLEMENTAR UN MODELO DE COSTOS.

Maria Camila Cano Lopera

Informe de práctica como requisito para optar al título de:
Ingeniera Industrial

Asesor.

Emerson Andrés Giraldo Betancur

Ingeniero Industrial

Especialista en Investigación de Operaciones

Magister en Dirección de Operaciones y Logística

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial

Medellín, Colombia

2020.

Tabla de contenido

1. Introducción	6
2. Generalidades de la empresa	7
2.1. Información general	7
3. Objetivos	8
3.1. Objetivo general	8
3.2. Objetivos específicos.....	8
4. Marco teórico	9
5. Diseño metodológico.....	13
6. Resultados y análisis	14
6.1. Diagnóstico de los procesos de la empresa.	14
6.2. Diagramas del proceso de producción.....	16
6.3. Estudio de tiempos para las dos líneas principales de producción.	21
6.3.1. Análisis estadístico.....	22
6.3.2. Determinación del tiempo estándar.	24
6.4. Modelo de capacidad para las líneas de producción.	26
7. Conclusiones	28
8. Bibliografía	29
9. Anexos.....	31

Lista de tablas

Tabla 1. Identificación de hallazgos. Fuente: Elaboración propia	15
Tabla 2. Calificación de suplementos. Fuente: Consult-ING.....	25
Tabla 3. Modelo de capacidad. Fuente: Consult-ING.....	26
Tabla 4. Diseño metodológico. Fuente: Elaboración propia	31

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama sinóptico. Fuente: Consult-ING.....	16
Ilustración 2. Cursograma analítico. Fuente: Consult-ING.....	17
Ilustración 3. Participación de las actividades dentro de la línea 1. Fuente: Elaboración propia.....	18
Ilustración 4. Participación de las actividades dentro de la línea 2. Fuente: Elaboración propia.....	18
Ilustración 5. Formato norma de proceso. Fuente: Consult-ING.....	20
Ilustración 6. Tiempo normal. Fuente: Consult-ING.....	21
Ilustración 7. Análisis estadístico operación 1. Fuente: Consult-ING.....	23
Ilustración 8. Análisis estadístico operación 1 sin datos atípicos. Fuente: Consult-ING.....	23
Ilustración 9. Análisis estadístico operación 2. Fuente: Consult-ING.....	23
Ilustración 10. Análisis estadístico operación 2 sin datos atípicos. Fuente: Consult-ING.....	24
Ilustración 11. Tiempo estándar. Fuente: Consult-ING.....	26

Resumen

Este proyecto consiste en realizar un estudio de tiempos para los procesos de producción de una empresa cliente de Consult-ING la cual pertenece al sector de la marroquinería.

El proyecto consistió en realizar estudio de tiempos de los procesos de producción de las dos líneas principales de la empresa, esto como requerimiento para implementar un modelo de costos, para esto se inició con un diagnóstico de la situación actual el cual permitió identificar factores que intervenían en el adecuado funcionamiento de la planta de producción y conocer a fondo cada una de las actividades que lo componen.

Luego del reconocimiento del proceso se elaboraron diferentes diagramas y por medio de normas de proceso se documentaron las actividades para estandarizar el proceso.

Se inició la toma de tiempos, primero se obtuvo el tiempo normal de las actividades al cual se le realizó el análisis estadístico y se aplicaron suplementos por descanso para obtener el tiempo estándar y con los resultados obtenidos se diseñó un modelo de capacidad para proponer a la empresa su implementación.

Palabras clave

Diagnóstico, estudio de tiempos, tiempo estándar, estandarización, análisis estadístico, modelo de capacidad.

1. Introducción

El estudio de los métodos y tiempos en la industria es fundamental para optimizar los recursos necesarios dentro de un proceso de producción, mejorar puestos de trabajo y aumentar la productividad de las empresas por medio de este se logra una programación de la producción eficiente para cumplir con fechas de entrega de producción establecidas, disminuir tiempos de fabricación e identificar y mejorar cuellos de botella y demoras del proceso, lo cual mejora el nivel del servicio.

Consult-ING es una empresa de consultoría especializada en el área de operaciones cuyo propósito es ayudar a sus clientes a maximizar la efectividad operativa de sus procesos clave o de apoyo, contando con profesionales con altos estándares de calidad técnica, metodológica y experiencia que garantizan la transferencia de conocimiento al interior de su compañía.

En este proyecto se desarrolló un estudio de métodos y tiempos con el fin de aportar mejoras al proceso de producción que permitiera realizar un correcto estudio de costos en una empresa cliente de Consult-ING, la cual se dedica a producir y comercializar calzado industrial y escolar.

2. Generalidades de la empresa

2.1. Información general

Misión

Somos una empresa de consultoría especializada en el área de operaciones cuyo propósito es ayudar a nuestros clientes a maximizar la efectividad operativa de sus procesos clave o de apoyo, contando con profesionales con altos estándares de calidad técnica, metodológica y experiencia que garantizan la transferencia de conocimiento al interior de su compañía.

Visión

En el año 2022 seremos reconocidos como la mejor opción de los empresarios a nivel nacional, por la excelencia y profesionalismo de los servicios prestados.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Realizar un estudio de métodos y tiempos en una empresa del sector marroquinería con el fin de mejorar los procesos y aportar información para implementar un modelo de costos.

3.2. Objetivos específicos

- Desarrollar diagnóstico de los procesos de la empresa.
- Elaborar diagramas del proceso de producción
- Realizar un estudio de tiempos para las dos líneas principales de producción.
- Proponer un modelo de capacidad para las líneas de producción.

4. Marco teórico

El calzado laboral debe proteger al usuario de los factores de riesgo específicos asociados a la actividad del trabajador: elementos externos requeridos como por ejemplo las herramientas y las sustancias, por solo citar éstos y, además, de condiciones propias del ambiente como la temperatura, la humedad y las características del terreno, entre otras. La Norma Técnica Colombia NTC 2396-1: Calzado. Requisitos y métodos de ensayo para el calzado de seguridad, protección y ocupacional, para uso profesional describe en sus artículos la necesidad e importancia de dotar a los trabajadores con un calzado que cumpla con características específicas para su protección, según los factores de riesgo a los que estén expuestos: radiaciones, instalaciones con aparatos y máquinas eléctricas, zonas de trabajo con tendidos eléctricos, manipulación de explosivos o detonadores (Sáenz, 2008).

Para el reconocimiento de los procesos es fundamental implementar el uso de diagramas como el cursograma analítico que en el libro de la OIT (Kanawaty, 1996) se define como un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda. El cursograma analítico incluye los símbolos de operación, inspección, transporte, espera y almacenamiento.

El diagrama sinóptico es definido por (Rojas, Correo, Gutiérrez, 2012), como un diagrama que representa un cuadro general de cómo se suceden las principales operaciones e inspecciones, sin tener en cuenta quién las ejecuta ni dónde se llevan a cabo. Para realizar este diagrama se necesitan solamente los símbolos correspondientes a operación e inspección.

El diagrama de recorrido es la representación gráfica de todas las actividades que se llevan a cabo para la fabricación de un producto, sobre un plano a escala de las instalaciones de la planta. Es usado para obtener una visualización de la distribución en planta de la fábrica, el proceso de producción de un producto o el recorrido de los trabajadores. (Meyers, 2000).

Es fundamental garantizar que los procesos dentro de la organización estén estandarizados por esto se deben documentar como se menciona en (Amado, 2019) para permitir determinar las entradas y salidas del proceso, la secuencia e interacción de estos procesos, aplicar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de la operación eficaz y el control de estos

procesos, los recursos necesarios para estos procesos y su disponibilidad. Además, define la documentación como la hoja de vida del proceso, que describe de manera específica el objetivo y alcance del proceso.

Para (Franklin, 2002), las normas de proceso tienen como objetivo compilar en forma ordenada, secuencial y detallada las operaciones para la realización de las actividades; aumentar la eficiencia de los empleados indicándoles lo que deben hacer y cómo deben hacerlo; ayudar en la coordinación del trabajo y evitar duplicidad de funciones y el mejoramiento de procedimientos y métodos.

Como menciona (Sempere, 2006), el estudio de trabajo se define como una aplicación de las técnicas del muestreo aleatorio al estudio de actividades laborales de manera que las proporciones del tiempo dedicado a los diferentes elementos del trabajo puedan ser calculadas dentro de cierto grado de validez estadística.

(De Mena, Fernández, & Zamora, 2002), presentan la medición del trabajo como 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 y (Castanyer Figueras, 1988), describe que el estudio de métodos se clasifica como la técnica principal para reducir la cantidad de trabajo y eliminar movimientos innecesarios del material o de los operarios y substituir métodos inadecuados por otros eficientes. La medición del trabajo, a su vez, sirve para investigar, reducir y finalmente eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo productivo, por cualquier causa que sea.

Una técnica de medición del trabajo para registrar el tiempo y el ritmo del trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida y realizada en condiciones determinadas y para analizar los datos con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea en un nivel de ejecución preestablecido es el estudio de tiempos como lo expuso (Prokopenko, 1989), el estudio de tiempo considera el tiempo estándar que como menciona (Niebel, Freivalds, 2014), es el tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio para realizar la operación, además define el tiempo normal como el requerido para que un

operario estándar realice una operación cuando trabaja a paso estándar, sin demoras por razones personales o por circunstancias inevitables.

Luego de realizar la toma de tiempos se debe considerar que a este tiempo se le aplican suplementos por descanso que es el tiempo añadido 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, (Kanawaty, 1996), además de la definición aporta las tablas para realizar el cálculo de porcentaje que debe añadirse a cada uno de los tiempos según el agotamiento que represente la actividad para el operario.

(Tafolla, 2014), define La estandarización de procesos como el desarrollo sistemático, aplicación y actualización de patrones, medidas uniformes y especificaciones para materiales, productos o marcas, y no es un proceso nuevo, ha existido desde hace mucho tiempo y constituye un método excelente para controlar los costos de materiales, eliminar el número de proveedores y ayudar a la gente a identificar los productos en donde quiera que se encuentre.

En el artículo Diseño e implementación de aplicaciones informáticas para la medición de tiempos (Sempere, Pérez, Poler, 2001), el muestreo de trabajo se define como una aplicación de las técnicas del muestreo aleatorio al estudio de actividades laborales de manera que las proporciones del tiempo dedicado a los diferentes elementos del trabajo puedan ser calculadas dentro de cierto grado de validez estadística. El muestreo aleatorio es aquel en el cual todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser elegidos (Casal & Mateu, 2003).

Para el muestreo aleatorio es ideal que los datos tiendan a una distribución normal, su importancia radica en la frecuencia con la que distintas variables asociadas a fenómenos naturales y cotidianos siguen aproximadamente esta distribución, existen diferentes pruebas para validar la normalidad: Kolmogorov, Anderson-Darling, Jarque-Bera, Shapiro-Wilk, todas las pruebas se comportan bien en distribuciones asimétricas, en las distribuciones simétricas, la prueba Shapiro-Wilk es superior, seguida por la prueba Anderson-Darling (Carmona, Carrión, 2015).

El teorema del límite central define que si una muestra es lo bastante grande ($n > 30$), sea cual sea la distribución de la variable de interés, la distribución de la media muestral será aproximadamente una normal. Además, la media será la misma que la de la variable de interés, y la desviación típica de la media muestral será aproximadamente el error estándar (Rovira, 2009).

El estudio de tiempos brinda las herramientas para realizar un modelo de capacidad disponible que permita a la empresa dar respuesta a las necesidades de demanda en las condiciones más favorables, la capacidad disponible definida por (Machuca & ed al, (2003) como el output máximo bajo condiciones ideales, las cuales de producirán o no en la práctica.

5. Diseño metodológico

Para llevar a cabo el proyecto se desarrollaron cuatro fases.

En la fase inicial se realizó un diagnóstico y reconocimiento de la situación actual de la empresa, para esto se programó una reunión de inicio con el personal administrativo de la empresa para identificar sus necesidades; se realizaron varios recorridos por la planta para comprender el proceso, se interactuó con los operarios para conocer desde su perspectiva como se desarrollan cada una de las actividades que componen el proceso.

Luego de tener una visión de cómo es la operación en la empresa se procedió a la segunda fase con la recolección de información para realizar los diagramas que explican el proceso, con estos se logró evaluar los métodos de trabajo, entre estos se encuentran los cursogramas analíticos y sinópticos y los diagramas de recorridos de cada una de las referencias a estudiar. Además, se realizaron normas de proceso en las cuales se explicó el paso a paso de las actividades y subprocesos que componen el proceso de fabricación de los productos, además se mencionan cada una de las herramientas requeridas.

Para la fase tres se inició definiendo el inicio y fin de cada una de las actividades, posteriormente con ayuda del cronometro se realizó la toma del tiempo normal al cual se le realizó el análisis estadístico. Luego se asignó la puntuación de los suplementos a cada actividad y así se obtuvo el tiempo estándar.

Al tener el tiempo estándar se desarrolló la cuarta fase obteniendo el tiempo unitario (par de zapatos) de fabricación para realizar un modelo de capacidad que permitiera conocer el tiempo real en turnos que se demora la fábrica en cumplir con una orden de producción.

6. Resultados y análisis

6.1. Diagnóstico de los procesos de la empresa.

Para el desarrollo de la primera fase se buscó interactuar con todas las áreas de la empresa para así identificar los factores que intervienen en el proceso, además las falencias y fortalezas de este.

En esta fase se realizó una reunión a la que asistió la gerente general, gerente comercial, revisor fiscal, la contadora y el encargado de costos de la empresa donde se estableció el alcance que tendría el proyecto, se explicaron las fases de este, y la metodología bajo la cual se llevaría a cabalidad.

Se realizó observación directa de proceso en la cual se identificaron las tres líneas de producción dentro de la empresa y las referencias.

Durante el reconocimiento del proceso se evidenciaron algunos hallazgos que intervenían en el correcto funcionamiento del proceso, tales como:

Factor	Hallazgo	Recomendación
Operario	Uso inadecuado de elementos de protección personal	Plan de concientización de la importancia del uso de los EPP y el buen ambiente laboral
	Elementos como celulares, comida, bolsos y paraguas en los puestos de trabajo	
	Falta de comunicación entre los operarios, generando contratiempos en el proceso	
	Consumo de alimentos dentro del área de producción	
	Uso inadecuado de la maquinaria	Capacitar a los operarios respecto al uso de la maquinaria
	Coordinadores realizan actividades que se encuentran fuera de sus funciones	Retroalimentación de funciones a los coordinadores
Maquinaria	No se cuenta con plan de mantenimiento preventivo a la maquinaria	Implementar plan de mantenimiento preventivo
Material	Materia prima ubicada en lugares no adecuados, en los cuales puede averiarse	Habilitar y demarcar espacios para el almacenamiento de la materia prima
Puestos de trabajo	Los puestos de trabajo no ergonómicos	Realizar evaluación ergonómica de los puestos de trabajo
	Falta de aseo y orden en los puestos de trabajo	Implementar metodología de 5s
Planta	Producto en proceso represado	Planear producción
	Almacenamiento de producto en proceso obstruye el paso, aumentando riesgos de accidente	Destinar área de almacenamiento de producto en
	Maquinaria obsoleta aun almacenada dentro de la planta	
	Falta de planeación en la producción	Montar sistema de planeación de producción
	Alta presencia de reprocesos en el área de terminada	Control de calidad a lo largo del proceso de producción
Materia prima	Falta de control de calidad a los insumos	Realizar control de calidad al momento de la recepción de materia prima

Tabla 1. Identificación de hallazgos. Fuente: Elaboración propia

Esta información fue entregada al área administrativa de la empresa, igualmente se realizaron recomendaciones para iniciar con plan de corrección con el fin de evitar contratiempos durante la operación de la planta de producción.

Durante esta fase se inició la recolección de información para la elaboración de los cursogramas analíticos, diagramas sinópticos, diagrama de recorrido y normas de procesos, para esto fue fundamental la interacción con los operarios.

6.2. Diagramas del proceso de producción.

Se realizaron diagramas sinópticos de los procesos de producción de las tres líneas de calzado, en el cual se identifican las operaciones y subprocesos principales del proceso de producción de cada una de las líneas.

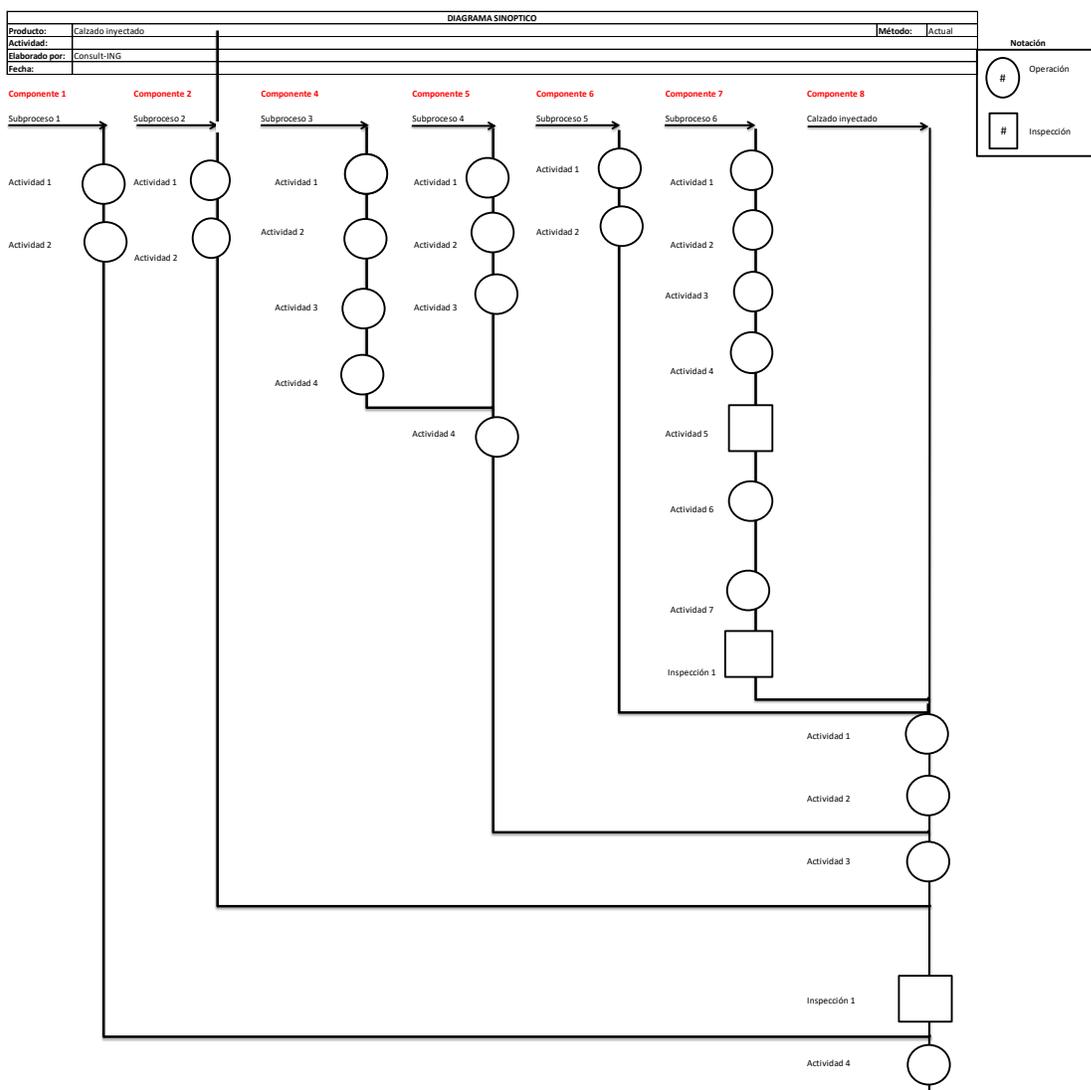


Ilustración 1. Diagrama sinóptico. Fuente: Consult-ING

Luego con el fin de estudiar minuciosamente las actividades que componen los procesos se realizó el cursograma analítico para las líneas principales de producción, el cual se presenta en la ilustración 2.

CURSOGRAMA ANALITICO		OPERARIO	MATERIAL	x		
DIAGRAMA 1 NUM 1 HOJA NUM 1		RESUMEN				
ACTIVIDAD:	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA		
Fabricación calzado	OPERACION	28		28		
METODO ACTUAL	TRANSPORTE	8		8		
El proceso inicia con la entrega de la orden de producción y posterior al proceso de producción.	ESPERA	1		1		
	INSPECCION	1		1		
	ALMACENAM.	0		0		
	TOTAL	38	0	30		
DESCRIPCION	SIMBOLO					# DE OPERARIOS
	○	→	▷	▬	▼	
Operación 1	x					1
Operación 2	x					1
Transporte 1		x				1
Espera 1			x			1
Operación 3	x					1
Operación 4	x					1
Transporte 2		x				1
Operación 5	x					1
Operación 6	x					1
Operación 7	x					1
Transporte 3		x				1
Operación 8	x					1
Operación 9	x					1
Operación 10	x					1
Transporte 4		x				1
Operación 9	x					1
Transporte 5		x				1
Operación 10	x					1
Transporte 6		x				1
Operación 11	x					1
Transporte 7		x				1
Operación 12	x					1
Transporte 8		x				1
Operación 13	x					1
Operación 14	x					1
Operación 15	x					1
Operación 16	x					1
Operación 17	x					1
Inspección 1			x			1
Operación 14	x					1
Operación 15	x					1
Operación 16	x					1
Operación 17	x					1
Operación 18	x					1

Ilustración 2. Cursograma analítico. Fuente: Consult-ING

En la ilustración 3 se muestra el análisis del cursograma de la línea 1 de calzado, donde se observa que el 69% de las actividades son operaciones, el 27% corresponden a transporte y el 2% corresponden a inspecciones y esperas.

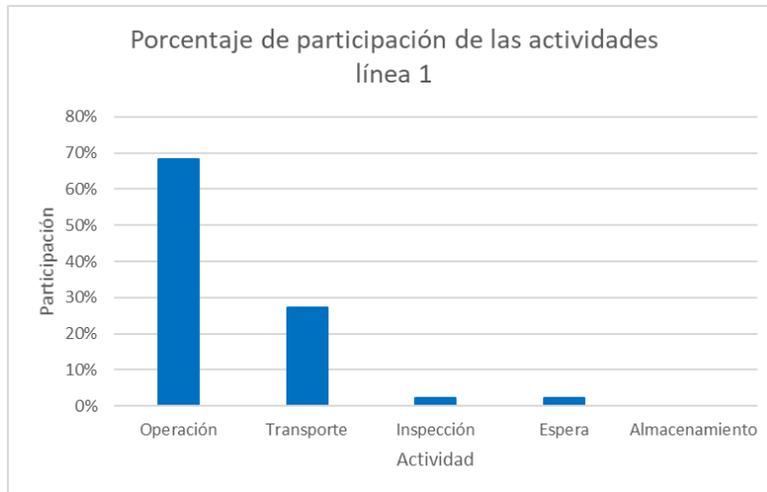


Ilustración 3. Participación de las actividades dentro de la línea 1. Fuente: Elaboración propia

El diagrama de recorrido realizado permitió visualizar donde se presentaban los transportes de producto en proceso.

Por otro lado, en la ilustración 4 se presenta el análisis de la línea 2 de calzado, en la cual el porcentaje de operaciones es del 70%, los transportes representan el 21%, el 2% son inspecciones y un 7% son esperas.

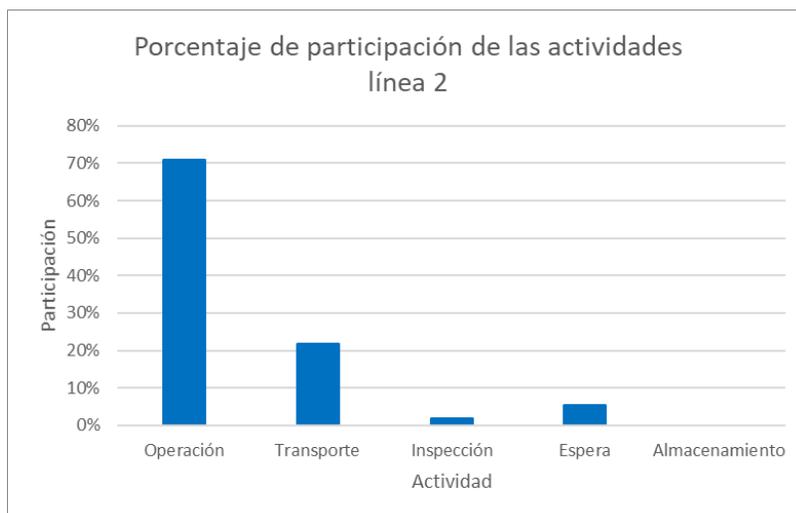


Ilustración 4. Participación de las actividades dentro de la línea 2. Fuente: Elaboración propia

Igualmente se realizó el diagrama de recorrido que debe seguir el producto desde la materia prima hasta que llega a la zona de despachos en esta línea.

En este diagrama se evidenció la distribución de la planta en la cual se observan largos recorridos esto debido a que la maquina inyectora es de grandes dimensiones lo que no permite reubicarla y ocupa un gran espacio dentro de la planta.

Finalmente, con la información anterior se realizaron las normas de proceso en las cuales se explica paso a paso el proceso de producción de cada una de las líneas, igualmente se realizaron normas de proceso para cada uno de los subprocessos que las componen. En las normas de proceso además de la documentación del proceso se especifican los elementos de protección personal y herramientas requeridas para las actividades.

Las normas de proceso incluyen registro fotográfico, contienen una tabla de defectos donde se mencionan los defectos que se podrían presentar en el proceso, su corrección y las acciones preventivas que se deben adoptar para minimizar la aparición de estos defectos.

	Nombre de proceso:	Proceso:
		Fecha:

Fabrice Charab 2011
Agosto

Definir

Objetivo del proceso.



Entradas y salidas del proceso.



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Elementos requeridos.

Operaciones.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Tabla de defectos.

Defecto	Causa raíz	Medida de control	Medida de prevención	Medida de corrección

AMEF.



Condiciones de trabajo.

- Temperatura:
- Postura:
- Iluminación:
- Ruido:

Ilustración 5. Formato norma de proceso. Fuente: Consult-ING

6.3. Estudio de tiempos para las dos líneas principales de producción.

El estudio de tiempos se centró en las referencias con mayor rotación de las dos líneas principales.

Para el registro de los datos se tomaron como base los cursogramas realizados en la fase 2, de acuerdo con cada referencia se realizaron modificaciones en caso de ser necesario.

La toma de tiempos se realizó en diferentes días de acuerdo con la programación de la producción.

La medición de los tiempos se realizó para cada una de las actividades del cursograma, activando el cronometro en el momento exacto del inicio de cada una de las actividades y parando en el momento que finaliza la actividad; Para las actividades que representan transportes de materia prima, producto en proceso y producto terminado dentro del proceso se realizó el cálculo del tiempo midiendo las distancias y tomando como referencia que en promedio una persona da 50 pasos por minuto.

CURSOGRAMA ANALITICO		OPERARIO	MATERIAL	x								
DIAGRAMA 1 NUM 1 HOJA NUM 1		RESUMEN										
ACTIVIDAD:	Fabricación calzado	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA								
METODO ACTUAL		OPERACION	50	50								
El proceso inicia con la entrega de la orden de producción y posterior al proceso de producción.		TRANSPORTE	10	10								
		ESPERA	1	1								
		INSPECCION	3	3								
		ALMACENAM.	0	0								
		TOTAL	64	0	64							
DESCRIPCION	TIEMPO	FREC. Q.	SIMBOLO				# DE OPERARIOS	CENTRO DE TRABAJO	DISTANCIA EN METROS	ACTIVIDAD		
			↑	→	⇨	■	▼			INICIA	TERMINA	
Operación 1	92.4	200	x					1	Centro de trabajo 1	Inicio	Final	
Operación 2	27.9	2	x					1	Centro de trabajo 1	Inicio	Final	
Transporte 1	15.8	200		x				1	Centro de trabajo 1	10.89	Inicio	Final
Operación 3	288.3	2	x					1	Centro de trabajo 2	Inicio	Final	
Demora 1	214.1	2			x			2	Centro de trabajo 2	Inicio	Final	
Operación 4	76.2	4	x					1	Centro de trabajo 2	Inicio	Final	
Operación 5	10.4	2	x					1	Centro de trabajo 2	Inicio	Final	
Transporte 2	43.4	200		x				2	Centro de trabajo 3	31.76	Inicio	Final
Operación 6	13.5	2	x					1	Centro de trabajo 3	Inicio	Final	

Ilustración 6. Tiempo normal. Fuente: Consult-ING

Se procuró tomar 30 muestras de tiempo de cada una de las actividades para garantizar la normalidad de los datos.

Los datos se documentaron en la macro de tiempos de Consult-ING.

Para conocer el tiempo normal de cada una de las actividades se calculó el promedio de las muestras recolectadas.

6.3.1. Análisis estadístico.

Al registrar los tiempos en la macro de Consult-ING, esta automáticamente realiza el cálculo de medidas estadísticas las cuales permiten identificar la validez de los datos.

Para el análisis estadístico se utilizó el Software Minitab 17.

Inicialmente se ingresaron los datos de cada una de las actividades, se realizaron pruebas de normalidad bajo la siguiente hipótesis.

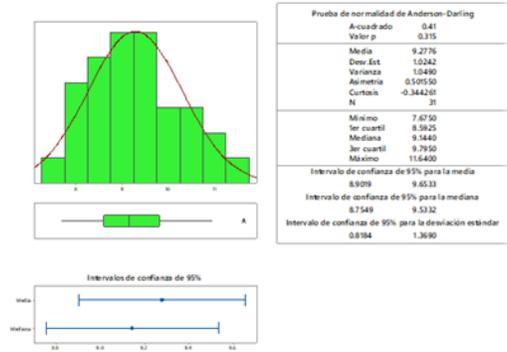
Ho: Los datos tienden a una distribución normal

Ha: Los datos no tienen a una distribución normal

La cual fue rechazada en la mayoría de los casos debido a la presencia de datos atípicos, al identificar los datos atípicos en cada una de las actividades, estos datos fueron analizados uno a uno para conocer su causa, en los casos que se consideró pertinente estos fueron eliminados.

Al eliminar los datos atípicos se realizó nuevamente la prueba de normalidad a los datos, bajo la hipótesis anteriormente mencionada y se concluyó que de acuerdo con el valor p obtenido para la prueba Anderson-Darling y al observar que gráficamente los datos se asemejan a una campana de Gauss los datos para todas las actividades se distribuían normalmente, lo que permite tomar decisiones basadas en estos resultados.

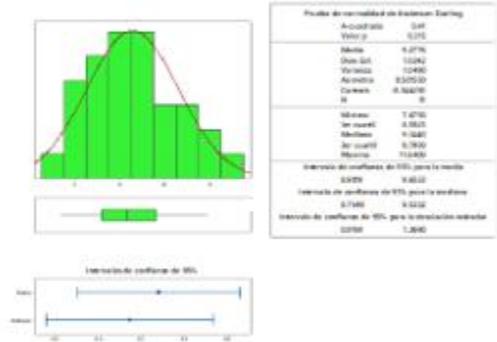
Informe de resumen de operacion 1



Variable	Media	Desv.Est.	CoeffVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Troquelar	9.278	1.024	11.04	7.675	8.592	9.144	9.795	11.640

Ilustración 7. Análisis estadístico operación 1. Fuente: Consult-ING

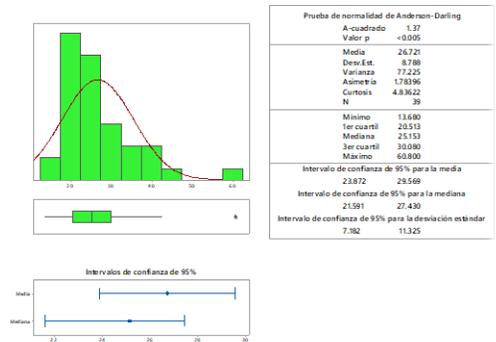
Informe de resumen de operacion 1



Variable	Media	Desv.Est.	CoeffVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Troquelar	9.278	1.024	11.04	7.675	8.592	9.144	9.795	11.640

Ilustración 8. Análisis estadístico operación 1 sin datos atípicos. Fuente: Consult-ING

Informe de resumen de operacion 2



Variable	Media	Desv.Est.	CoeffVar	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Troquelar laterales (cue)	26.72	8.79	32.89	13.68	20.51	25.15	30.08	60.80

Ilustración 9. Análisis estadístico operación 2. Fuente: Consult-ING

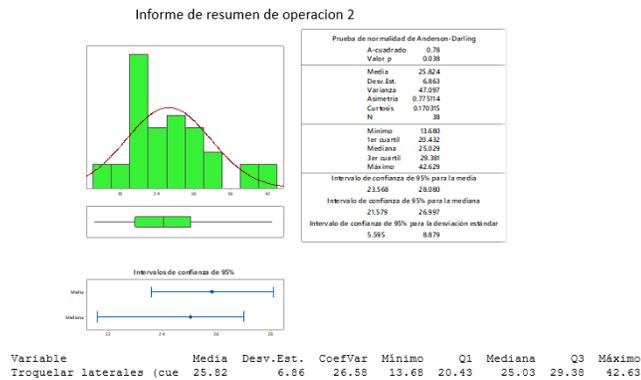


Ilustración 10. Análisis estadístico operación 2 sin datos atípicos. Fuente: Consult-ING

El estudio de tiempos logró proporcionar a la empresa la información requerida con respecto al tiempo de fabricación del calzado en las dos líneas principales para realizar la estimación de costos.

Adicionalmente se identificaron los factores que generaban aumentos en estos tiempos de producción, esta información fue entregada a la empresa para tomar acciones correctivas y preventivas con respecto a estos.

6.3.2. Determinación del tiempo estándar.

Luego de conocer el tiempo estándar se procedió a calificar los suplementos por descansos utilizando las tablas mencionadas en el libro Introducción al estudio del trabajo de la OIT, en el cual se evalúan los siguientes ítems.

A. Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo.

1. Fuerza ejercida en promedio
2. Postura
3. Vibraciones
4. Ciclo breve
5. Ropa molesta

B. Tensión mental

1. Concentración o ansiedad

2. Monotonía
3. Tensión visual
4. Ruido

C. Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo

1. Temperatura
2. Ventilación
3. Emanación de gases
4. Polvo
5. Suciedad
6. Presencia de agua

Al calificar los ítems automáticamente la macro calcula el porcentaje del tiempo que debe agregarse a cada una de las actividades y lo suma al tiempo normal calculando así el tiempo estándar de cada actividad.

Total puntos variables	% Suplemento constantes	% Suplemento variables y constantes	% Total de suplementos	1. Suplementos por necesidades personales y por fatiga
9	0,10	0,11	0,11	10%
9	0,10	0,11	0,11	10%
11	0,10	0,11	0,11	10%
11	0,10	0,11	0,11	10%
11	0,10	0,11	0,11	10%
12	0,10	0,11	0,11	10%
21	0,10	0,13	0,13	10%
10	0,10	0,11	0,11	10%
10	0,10	0,11	0,11	10%
10	0,10	0,11	0,11	10%
10	0,10	0,11	0,11	10%
10	0,10	0,11	0,11	10%
9	0,10	0,11	0,11	10%
9	0,10	0,11	0,11	10%
9	0,10	0,11	0,11	10%

Tabla 2. Calificación de suplementos. Fuente: Consult-ING

Luego de sumar el porcentaje de suplementos a cada una de las actividades se obtuvo el tiempo estándar de cada una de estas, posteriormente al sumar estos tiempos se obtiene el tiempo de ciclo completo de la fabricación de cada una de las referencias.

CURSOGRAMA ANALITICO		OPERARIO	MATERIAL	x
DIAGRAMA 1 NUM 1 HOJA NUM 1		RESUMEN		
ACTIVIDAD:	Fabricación calzado	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA
METODO ACTUAL		OPERACION	50	50
El proceso inicia con la entrega de la orden de producción y posterior al proceso de producción.		TRANSPORTE	10	10
		ESPERA	1	1
		INSPECCION	3	3
		ALMACENAM.	0	0
		TOTAL	64	64



DESCRIPCION	TIEMPO	FREC. Q.	SIMBOLO					# DE OPERARIOS	CENTRO DE TRABAJO	DISTANCIA EN METROS	ACTIVIDAD	
			◀	→	▶	▬	▼				INICIA	TERMINA
Operación 1	102.7	200	x					1	Centro de trabajo 1		Inicio	Final
Operación 2	31.0	2	x					1	Centro de trabajo 1		Inicio	Final
Transporte 1	17.6	200		x				1	Centro de trabajo 1	10.89	Inicio	Final
Operación 3	320.4	2	x					1	Centro de trabajo 2		Inicio	Final
Demora 1	237.9	2			x			2	Centro de trabajo 2		Inicio	Final
Operación 4	84.7	4	x					1	Centro de trabajo 2		Inicio	Final
Operación 5	11.5	2	x					1	Centro de trabajo 2		Inicio	Final
Transporte 2	48.2	200		x				2	Centro de trabajo 3	31.76	Inicio	Final
Operación 6	15.0	2	x					1	Centro de trabajo 3		Inicio	Final

Ilustración 11. Tiempo estándar. Fuente: Consult-ING

6.4. Modelo de capacidad para las líneas de producción.

Para conocer el tiempo de producción de un par de calzado en la planta se planteó un modelo de capacidad que permite determinar la cantidad de tiempo en turnos que tardará en realizarse una orden de producción.

Etiquetas de fila	Suma de Tiempo unitario	Suma de Tiempo Total	Turno
Centro de trabajo A	17.42140795	87108	2.688518519
Centro de trabajo B	34.57046461	172854	5.335
Centro de trabajo C	303.5603933	1517808	46.84592593
Centro de trabajo D	335.3324056	1676665	51.74891975
Centro de trabajo E	233.9931705	1169978	36.1104321
Total general	924.8778419	4624413	142.7287963

Tabla 3. Modelo de capacidad. Fuente: Consult-ING.

El resultado de la toma de tiempos permitió identificar el tiempo que se demora fabricar una unidad dividiendo este tiempo sobre la frecuencia, luego de obtener el tiempo unitario se realizó en Excel mediante la aplicación de tablas dinámicas un modelo de capacidad que calcula la cantidad de turnos requeridos para cumplir con una orden de producción, esto proporciona información para la planeación de producción, del mismo modo permite tener control sobre la información del lead time que se le brinda a los clientes.

7. Conclusiones

La fase inicial en la cual se realizó el diagnóstico permitió una correcta identificación de las necesidades de la empresa y el reconocimiento de cada uno de los procesos, esto facilitó caracterizar el proceso y llevar a cabo adecuadamente el estudio de tiempos.

A lo largo del desarrollo del proyecto se identificaron falencias dentro del proceso: falta de planeación, desorden en los puestos de trabajo, no uso de los EPP por parte de los operarios, entre otras, estos factores afectan directamente la producción, es importante implementar acciones correctivas y un plan de acciones preventivas que minimice la presencia de estas falencias y así disminuir la probabilidad de que se presenten accidentes laborales y del mismo modo aumentar la productividad de la empresa.

La documentación de los procesos por medio de normas de proceso permite la estandarización de estos, además conlleva a una reducción en los tiempos de producción ya que minimiza la aparición de errores y por lo tanto los reprocesos.

Los cursogramas y diagramas sinópticos fueron fundamentales para reconocer a profundidad los procesos para así desarrollar las normas de proceso en las cuales se documentó cada una de las operaciones, herramientas necesarias y subproceso que intervienen en la fabricación del calzado, lo que permite estandarizar los métodos dentro de la planta de producción.

El estudio de tiempos dentro de la planta de producción permitió establecer el tiempo estándar por lote para las tres líneas, al realizar el análisis estadístico de los datos se permite validar la confiabilidad de la información y tomar decisiones para el plan de costos basadas en esta información.

El estudio de tiempos brindó la información necesaria para presentar propuesta de modelo de capacidad a la empresa con el cual podrán planear la producción, acordar tiempos de entrega con los clientes y controlar los tiempos de producción.

8. Bibliografía

Sáenz Zapata, L. M., (2008). *Ergonomics and design, analysis and application for work footwear*. Volumen 4, 2008, pp. 122-139.

Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo* 4 ed. Ginebra. 522 p. ISBN 92-2-307108-9.

De Mena, J. M. A., Fernández, M. M. R., & Zamora, D. T. (2002). *Organización y métodos de trabajo*. Pirámide.

Castanyer Figueras, F. (1988). *Control de métodos y tiempos*. Ed. Marcombo, Barcelona, pp.71–144.

Franklin, E. B. (2002). *Organización de empresas. Análisis, diseño y estructura*. Editorial McGraw-Hill, México, D.F.

Amado Camacho, A. A. (2019). *Caracterización de procesos*. Volumen 3. pp. 3-9.

Prokopenko, J., (1989). *Productivity management 1 ed. Ginebra*. pp.301.

Niebel, B. & Freivalds, A., (2014). *Ingeniería industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo* 13 ed. Editorial McGraw-Hill, México, D. F. ISBN 978-970-10-6962-2.

Sempere, F., Pérez, E. & Poler, R. (2001). *Diseño e implementación de aplicaciones informáticas para la medición de tiempos*.

Rovira, C. (2009). (P03/75057/01008). *El Teorema del límite central* (17, 18,19). España: UOC

Casal, J., & Mateu, E. (2003). *Tipos de muestreo*. Epidem. Med. Volumen 1. pp. 3-7.

Machuca, J. A. & ed al. (2003). *Dirección de operaciones aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. Editorial McGraw-Hill. España. ISBN 84-481-1803-0.

Meyers, F. E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos*. Editorial Prentice Hall. Estado de México. ISBN 978-968-4444-68-3.

Rojas, M., Gutiérrez, F., Correa, A. (2012). *Sistemas de control de gestión*. Editorial Ediciones de la U. Bogotá, Colombia. ISBN 978-958-8675-88-6.

Tafolla, H. (2014). *Estandarización y globalización*. Estado de México. pp 4.

Sempere, F. (2006). *Marco conceptual de clasificación de las técnicas de determinación de estándares de tiempo*. España. pp. 10.

Carmona, M., Carrión, H. (2015). *Potencia de la prueba estadística de normalidad Jarque-Bera frente a las pruebas de Anderson-Darling, Jarque-Bera robusta, Chi-Cuadrada, Chen-Shapiro y Shapiro-Wilk*. Estado de México. pp. 244.

9. Anexos

Fase	Objetivos específicos	Actividades	Recursos	Meses						Producto
				1	2	3	4	5	6	
1	Desarrollar diagnóstico de los procesos de la empresa.	Realizar reunión de inicio	Practicante	x						
		Interactuar con el proceso	Practicante	x						Hallazgos del proceso
2	Elaborar diagramas del proceso	Realizar cursogramas, diagramas sinopticos y diagrama de recorridos	Practicante	x	x	x				Diagramas de cada una de las líneas de producción
		Documentar los procesos	Practicante			x				Normas de proceso
3	Realizar un estudio de tiempos para las dos líneas principales de producción.	Realizar toma de tiempos	Practicante			x	x			Plantilla de tiempos
		Analizar estadísticamente los datos	Practicante				x	X		Plantilla de tiempos con suplementos
		Determinar tiempo estandar	Practicante					X		Resultados estadísticos del estudio
4	Proponer modelo de capacidad.	Realizar modelo de capacidad	Practicante						x	Modelo de capacidad en excel

Tabla 4. Diseño metodológico. Fuente: Elaboración propia