

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE ÓRTESIS ENFOCADO EN LA MEJORA DE LOS MÉTODOS
Y TIEMPOS Y LA ESTRUCTURA DE COSTOS EN LA EMPRESA LÍNEAS
HOSPITALARIAS S.A.S**

EDGAR PALACIOS VARGAS

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN E INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FLORIDABLANCA
2012**

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE ÓRTESIS ENFOCADO EN LA MEJORA DE LOS MÉTODOS
Y TIEMPOS Y LA ESTRUCTURA DE COSTOS EN LA EMPRESA LÍNEAS
HOSPITALARIAS S.A.S**

EDGAR PALACIOS VARGAS

Proyecto de Grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

DIRECTOR:

M.B.A YULIAN HERNADO ROJAS

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN E INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FLORIDABLANCA
2012**

DEDICATORIA

A Dios y la virgen, por haberme cuidado en todos los instantes de mi vida y darme todo los medios para poder alcanzar este maravilloso triunfo

A mis padres y hermanitas, por el apoyo, amor y educación que me brindaron en cada momento de mi vida

A mi familia, porque siempre confió en mí y me extendió la mano en los momentos más duros de mi carrera

AGRADECIMIENTOS

A la empresa LINEAS HOSPITALARIAS por haberme permitido desarrollar mi proyecto de grado, y aportarme conocimientos para mi construcción profesional.

A mi tutores Yulian Rojas y Andrés Colmenares por haberme dirigido el proyecto y apórtame su conocimiento que fue de gran ayuda para sacarlo adelante

A la universidad Pontificia Bolivariana por acogerme y educarme en ese calor humano que siempre extrañare y recordare como una de las mejores etapas de mi vida

A todos mis profesores por compartir sus conocimientos y formación profesional

A todo el personal administrativo de la Pontificia Bolivariana especialmente a Monseñor Primitivo Sierra y Aidé por abrirme las puertas para estudiar en tan maravillosa universidad

A todos mis amigos y compañeros, muchas gracias por acompañarme en mi carrera profesional, a Sergio Rojas, Duvan Silva, Cesar Vásquez gracias por ese apoyo incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN.....	16
1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	18
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	18
1.2 PERFIL DE LA EMPRESA.....	18
1.3 RESEÑA HISTÓRICA.....	19
1.4 MISIÓN.....	20
1.5 VISIÓN.....	20
1.6 VALORES CORPORATIVOS.....	20
1.7 NUESTRA POLÍTICA DE CALIDAD.....	21
1.8 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DEL TRABAJO.....	21
1.8.1 Cargo.....	21
1.8.2 Funciones.....	21
1.8.3 Nombre y cargo del supervisor técnico.....	21
1.9 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	22
1.9.1 Estructura general.....	22
1.10 Estructura unidad puntos de venta.....	23
1.11 Estructura unidad de osteosíntesis.....	24
2 DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA.....	25
3 ANTECEDENTES.....	27
3.1 EVOLUCION DEL ESTUDIO DEL TRABAJO.....	27
4 JUSTIFICACIÓN.....	31
5 OBJETIVOS.....	32
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	32
5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	32
6 MARCO TEÓRICO.....	33

6.1	DESPILFARROS.....	33
6.1.1	Proceso de selección del método de despilfarros.	35
6.1.2	Método a utilizar.....	36
6.2	ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DEL TRABAJO.	36
6.3	PROCEDIMIENTO BÁSICO PARA ESTUDIO DE MÉTODOS.....	37
6.4	CINCO ESES (5'S)	38
6.5	SELECCIÓN DE PROCESO.....	39
6.6	ESTUDIO DE TIEMPOS.....	40
6.6.1	Importancia del estudio de tiempos.....	41
6.6.2	Metodologías.....	41
6.6.3	Tiempos predeterminados.....	44
6.6.4	Muestreo del trabajo.....	45
6.7	PROCESO DE SELECCIÓN DEL MÉTODO.....	45
6.7.1	Metodología a utilizar	47
6.7.2	Pasos a seguir en un estudio de tiempos por cronometro	47
6.8	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	48
6.8.1	Distribución de planta por producto:	48
6.8.2	Distribución de planta por proceso.....	49
6.8.3	Distribución de planta por tecnología de grupos.....	49
6.8.4	Distribución de planta justo a tiempo.....	50
6.9	SISTEMA DE COSTOS.....	50
6.9.1	Elementos Fundamentales del sistema de costo.....	51
7	ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRÁCTICA.....	53
7.1	DIAGNOSTICO GENERAL AL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	53
7.1.1	Sistema de Producción.....	53
7.1.2	Materia Prima Utilizada.....	53
7.1.3	Maquinaria utilizada.....	54
7.1.4	Distribución de planta.....	54
7.1.5	Proceso de fabricación de Órtesis.....	54
7.2	DIAGRAMAS DE ANÁLISIS GENERAL	60
7.3	ESTUDIO DE TIEMPOS	61

7.3.1	Familia de productos.....	61
7.3.2	Estudio de tiempos por cronómetro.....	65
8	IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS	67
8.1	MEJORAS PROPUESTAS.....	67
8.2	MEJORAS IMPLEMENTADAS	68
8.2.2	Implementación de redistribución de planta.....	70
8.3	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ESTRUCTURA DE COSTOS.....	72
	CONCLUSIONES.....	73
	RECOMENDACIONES.....	75
	BIBLIOGRAFÍA.....	76
	ANEXOS	78

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Información general de la empresa	18
Tabla 2. Comparación de los tres métodos para descubrir los despilfarros.	35
Tabla 3. Tabla 5s.....	38
Tabla 4. Comparación de los tres métodos de estudio de tiempos.	46
Tabla 5. Materia prima.....	53
Tabla 6. Áreas de puestos de trabajo.....	54
Tabla 7. Horario laboral LH S.A.S.....	61
Tabla 8. Tamaño de la muestra en estudios de tiempos por cronómetro	65

LISTA DE IMAGEN

	Pág.
Imagen 1 . Personal de Líneas Hospitalarias Bucaramanga.....	19
Imagen 2. Imagen Área termoformado	26
Imagen 3. Área de fraguado.....	55
Imagen 4. Área de Rectificado	56
Imagen 5. Área de Termoformado.....	57
Imagen 6. Área de Termoformado II.....	58
Imagen 7. Área de corte y pulido	59
Imagen 8. Área de Ensamble accesorios.....	59
Imagen 9. Área de ensamble forros.....	60
Imagen 5 . lista de productos VS procesos	62
Imagen 6. Asignación de 1 y 0.....	63
Imagen 7. Familia productos organizada	64
Imagen 8. Despeje y orden de herramientas.....	68
Imagen 9. Implementación 5S Taller	69
Imagen 10. Implementación 5S a puestos de trabajo	69
Imagen 11. Ingreso de áreas	70
Imagen 12. Frecuencias de los procesos.....	71
Imagen 12. Puestos redistribuidos.....	71

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Estructura general LH SAS.....	22
Figura 2. Estructura unidad puntos de venta.	23
Figura 3. Estructura unidad de osteosíntesis.....	24
Figura 4 Tabla de ritmo normal y ritmo tipo.	44
Figura 5 Importancia de un estudio de tiempos.	48

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. DISTRIBUCIÓN INICIAL TALLER DE ÓRTESIS.....	78
ANEXO B. DIAGRAMAS DE FLUJO PROCESOS DE PRODUCCIÓN.....	79
ANEXO C. FORMATO ESTUDIO DE TIEMPOS.....	98
ANEXO D. REGISTRO ESTUDIO DE TIEMPOS	99
ANEXO E. DIAPOSITIVAS IMPLEMENTACIÓN 5 S.....	100
ANEXO F. LISTA DE CHEQUEO 5 S.....	108
ANEXO G. PLANO INICIAL TERCER PISO.....	109
ANEXO H. NUEVA DISTRIBUCIÓN TALLER DE ÓRTESIS.....	110
ANEXO I. SISTEMA DE COSTOS.....	111

RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

TITULO: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ÓRTESIS ENFOCADO EN LA MEJORA DE LOS MÉTODOS Y TIEMPOS Y LA ESTRUCTURA DE COSTOS EN LA EMPRESA LÍNEAS HOSPITALARIAS S.A.S

AUTOR: EDGAR PALACIOS VARGAS

FACULTAD: INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTOR: YULIAN HERNANDO ROJAS

RESUMEN:

El proyecto mejoramiento del sistema productivo para el proceso de fabricación de Órtesis enfocado en la mejora de los métodos y tiempos y la estructura de costos en la empresa LÍNEAS HOSPITALARIAS S.A.S se realizó en la sede principal ubicada en la Cr 33 # 36 -13, mejoras públicas y tuvo una duración de seis meses

El proyecto y el desarrollo de la práctica en general estuvieron soportados en metodologías, conceptos y herramientas como análisis de despilfarros, cinco eses, diagramas de análisis general, distribución de planta, que son presentadas en el marco teórico del presente libro.

El desarrollo del presente proyecto contempla el diseño e implementación de un plan de mejoramiento en el proceso de fabricación de Órtesis, el cual da inicio con un diagnóstico basado en la observación e identificación de cada uno de los procesos requeridos para la producción de Órtesis que permitió analizar desde un enfoque general las condiciones iniciales de la empresa. Posteriormente se realizó un estudio de métodos analizando las causas las falencias de ciertos procesos productivos, y en base a estos análisis se plantearon, implementaron propuestas

de mejora dirigidas a aumentar la productividad, mejorar la calidad, y eliminar desperdicios.

Finalmente, se valoraron los resultados y se exponen las conclusiones del desarrollo del proyecto y recomendaciones que buscan garantizar la continuidad del plan de mejor

PALABRAS CLAVES: Mejoramiento de procesos, Órtesis, despilfarros, desperdicio, distribución de planta, tiempo estándar

GENERAISUMMARY OF WORK OF DEGREE

TITLE: PRODUCTION SYSTEM IMPROVEMENT FOR
MANUFACTURING PROCESS ORTHOTICS FOCUSED ON
IMPROVING METHODS AND TIMES AND THE COST
STRUCTURE IN LÍNEAS HOSPITALARIAS S.A.S

AUTHOR: EDGAR PALACIOS VARGAS

FACULTY: INDUSTRIAL ENGINEERING

DIRECTOR: YULIAN HERNANDO ROJAS

SUMMARY:

The production system improvement project for the manufacturing process of Orthosis focused on improving methods and times and cost structure in the business LÍNEAS HOSPITALARIAS S.A.S was held in the headquarters located at Cr 33 # 36 -13, Mejoras publicas and lasted six months

The design and development of general practice were supported in methodologies, concepts and analysis tools such as waste, Five S, general analysis diagrams, plant layout, which are presented in the theoretical framework of this book.

The development of this project includes the design and implementation of a plan for improvement in the manufacturing process of Orthotics, which begins with a diagnosis based on observation and identification of each of the processes required for the production of Orthotics that allowed analyzed from a general approach the initial conditions of the company. Subsequently, a study of methods to analyze the causes of failures of certain production processes, and based on these analyzes were raised, implemented improvement proposals aimed to increase productivity, improve quality, and eliminate waste.

Finally, results will be evaluated and presents the findings of the project development and recommendations seek to ensure better continuity plan

KEYWORDS: Process Improvement, ergonomics, waste, waste, plant layout, standard time

INTRODUCCIÓN

Hoy por hoy las grandes compañías tienen como objeto acaparar gran parte del mercado, evocando como consecuencia que las pymes realicen grandes esfuerzos para subsistir a la globalización actual. Es por esta razón que las pequeñas y medianas empresas han percibido la necesidad de complementar sus estilos tradicionales con un nuevo enfoque que considere todas las variables y factores que interviene en el mercado con el objeto de ser más competitivos y robustos.

Esta situación ha despertado en LÍNEAS HOSPITALARIAS S.A.S la necesidad de efectuar un estudio de métodos y tiempos, para la búsqueda de nuevas estrategias que le permitan mejorar sus procesos productivos, que conlleve aumentar la eficiencia de sus operaciones. Esto con el fin de convertirse en una organización más competitiva con proyección de ser una empresa líder en el mercado de fabricación y comercialización de Órtesis a nivel local.

En el presente proyecto de grado muestra en primera instancia un diagnóstico de la situación en que se encontraba operando la empresa, identificando cada una de las actividades y operaciones realizadas en la elaboración del producto; mediante este diagnóstico, se señalaron las causas que generaban falencias en el proceso productivo general impidiendo que el proceso sea más eficaz. Se propusieron mejoras con el objeto de aumentar la eficiencia y la generación de valor en los productos fabricados.

Posteriormente, se realizó un estudio de métodos para evaluar cada factor que interviene en el proceso productivo donde se evidencia que el taller de trabajo presenta cierta desorganización en la cual se proponen e implementan actividades de mejora como 5S, redistribución de planta, entre otras acciones de mejora con el fin de incrementar la productividad en todo el proceso productivo.

Consecutivamente se realizó un estudio de tiempos a cada uno de los ciclos productivos de fabricación con el fin de conocer el tiempo de producción de las Órtesis elaboradas en la empresa. Además con el hallazgo de los tiempos de fabricación se pudo calcular el costo de mano de obra para cada uno de los productos de Órtesis.

Por último se muestra las conclusiones y benéficos que provoco el haber realizado e implementado el presente proyecto en la empresa LINEAS HOSPITALARIAS S.A.S

El desarrollo y la puesta en marcha de las nuevas políticas y estrategias establecidas, para el funcionamiento del sistema productivo son el resultado de la disposición y del compromiso de los miembros que conforman la empresa.

1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Líneas Hospitalarias S.A.S (LH S.A.S), es una empresa que está enfocada principalmente en el suministro de productos y servicios para personas con necesidades físicas, especializándose en el área ortopédica. Está ubicada en la carrera 32 N° 36-12 en la ciudad de Bucaramanga, siendo esta su sede principal. La empresa está conformada por 4 unidades de negocio, donde cada una tiene su propio portafolio de productos y servicios relacionados con el área médica. Las subdivisiones que componen la empresa son las siguientes:

- Unidad de Órtesis, prótesis y calzado
- Unidad de entidades
- Puntos de venta
- Unidad de materiales de osteosíntesis y remplazos articulares

1.2 PERFIL DE LA EMPRESA

Tabla 1. Información general de la empresa

Razón social	Líneas Hospitalarias S.A.S
NIT	900294380-1
Tipo de sociedad	Sociedad anónima simplificada
Departamento	Santander
Ciudad	Bucaramanga
Domicilio	Carrera 32 # 36 – 13
Número de empleados	66
Dirección electrónica	www.lineashospitalarias.com
Teléfono	6326000

1.3 RESEÑA HISTÓRICA¹

Líneas Hospitalarias inicia en el negocio de la ortopedia en el año de 1986 con la elaboración de Órtesis ortopédica y Prótesis ortopédica externa a la medida además de calzado ortopédico en un taller pequeño Ubicado en la ciudad de Bucaramanga. La empresa inicia con la representación legal de Juan Diego Restrepo Agudelo bajo un modelo de negocio de tipo familiar.

Imagen 1 . Personal de Líneas Hospitalarias Bucaramanga



En el año de 1991 se abre el primer Punto de venta ubicado en la Cr 32 con 36 pensado como un lugar que ofreciera el mas completo portafolio de productos de tipo ortopédico además de los productos propios fabricados en el taller de la empresa, para esto se iniciaron procesos de negociación con proveedores internacionales con lo cual la razón de la empresa anexaría la procesos de importación y comercialización.

La visión del representante de la empresa para identificar oportunidades de negocio y la asistencia constante a seminarios y congresos de ortopedia y temáticas relacionadas con el sector de la salud lo lleva en el año 2008 a concretar un negocio con un proveedor Chino de material de Osteosíntesis y remplazos articulares llamado Kanghui, luego de 5 años de conversaciones. Esto obligo a la empresa a gestionar un proceso de certificación INVIMA para poder almacenar y comercializar este tipo de productos lo cual se logró con la ayuda de un Ingeniero recién egresado de la Universidad Industrial de Santander justo en el

¹ Presentación de la empresa

momento en el que se logró la negociación con este importante y determinante proveedor.

Hoy en día la empresa cuenta con 4 puntos de venta de productos ortopédicos en Santander y lidera el mercado con esta unidad de negocio por la variedad de su portafolio. El taller de Órtesis, prótesis y calzado ortopédico continua creciendo y cuenta con la alianza de uno de sus principales proveedores llamado Otto bock lo cual ha beneficiado a ambas empresas de manera significativa. Pero indudablemente el Corebusiness de Líneas Hospitalarias es hoy por hoy la comercialización de material de osteosíntesis y reemplazos articulares al representar más del 80% de los ingresos de la empresa con un margen de rentabilidad bastante significativo y con presencia en 11 de las principales ciudades capitales del País.

1.4 MISIÓN.

Crear lealtad en nuestros clientes al tener a su disposición el más amplio portafolio de productos y elementos de tipo médico, quirúrgico, hospitalario y ortopédico en todo el territorio nacional, trabajando siempre con responsabilidad profesional, eficiencia y calidez humana para prestar un servicio de excelente calidad.

1.5 VISIÓN.

Ser en el año 2016 una compañía líder con reconocimiento a nivel nacional en el sector de la salud por la variedad, calidad e innovación de los productos y servicios ofrecidos, excelencia en la atención, compromiso con el desarrollo y crecimiento integro de su talento humano y con una infraestructura que brinde un ambiente de trabajo agradable y que satisfaga las expectativas de nuestros clientes.

1.6 VALORES CORPORATIVOS

- PASION por lo que hacemos.
- PROFESIONALISMO frente a nuestra empresa.
- HUMILDAD en las relaciones con nuestros clientes y compañeros de trabajo.
- PERSEVERANCIA con los objetivos y metas propuestas.
- RESPETO hacia todos nuestros clientes, empleados y hacia el propio ejercicio de nuestra profesión.

1.7 NUESTRA POLÍTICA DE CALIDAD

Alcanzar un posicionamiento sostenido en el mercado nacional, fundamentado en el mejoramiento continuo de los procesos y la capacitación permanente del recurso humano, ofreciendo a todos nuestros clientes productos y servicios de alta calidad a buen precio y en tiempos cortos.

1.8 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DEL TRABAJO.

1.8.1 Cargo

Coordinador de Producción del departamento de Órtesis y prótesis

1.8.2 Funciones.

- Realizar las compras de los insumos para llevar a cabo el proceso de producción.
- Controlar y supervisar el control de la producción de las Órtesis y prótesis.
- Realizar informes semanales sobre el comportamiento de la producción.
- Registrar la entradas y salidas de las ordenes de producción.
- Controlar el inventario de los insumos necesarios para llevar a cabo el proceso de producción.
- Costear los productos realizados por el departamento de Órtesis y prótesis.

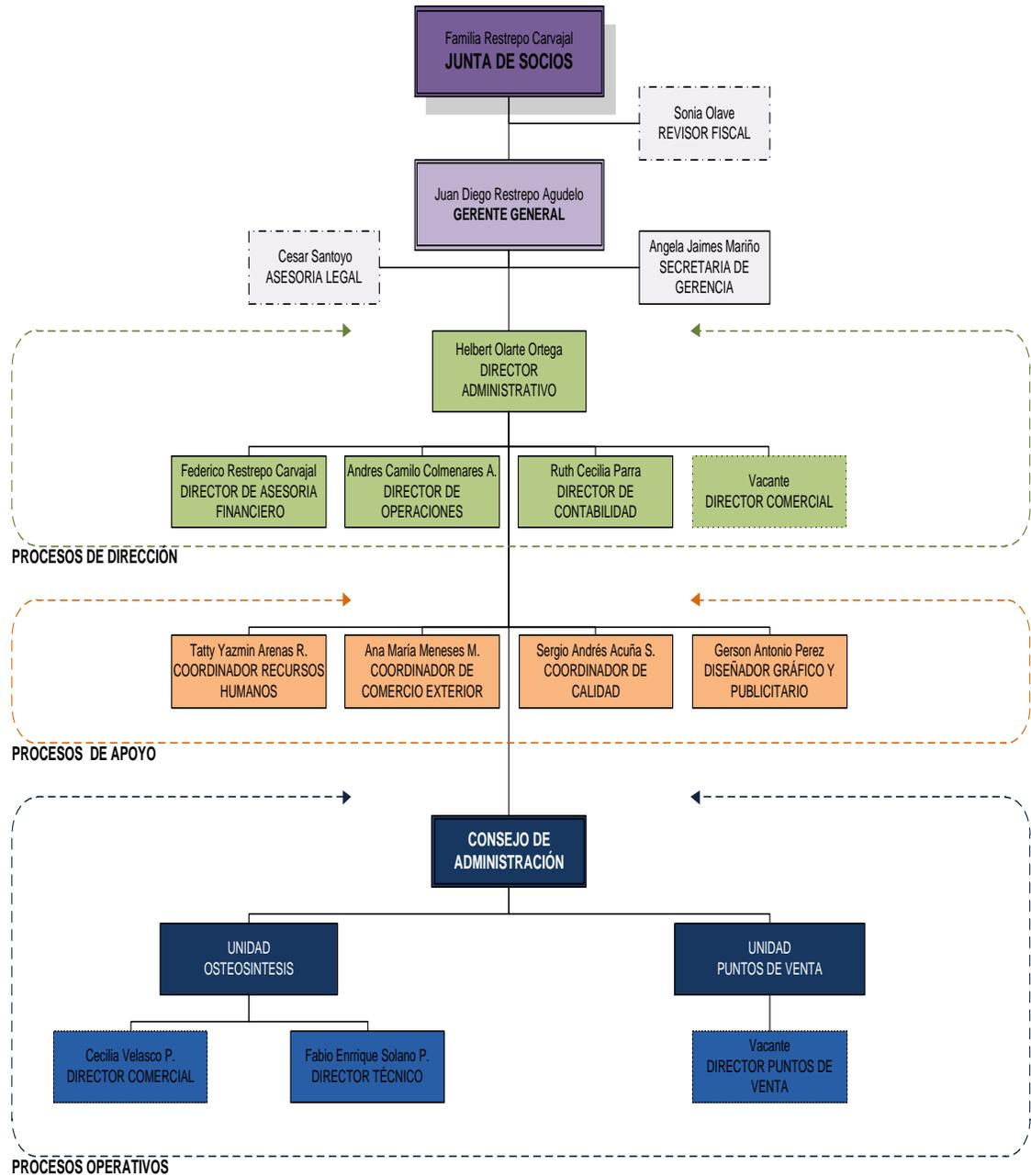
1.8.3 Nombre y cargo del supervisor técnico.

Andrés Colmenares.
Gerente de operaciones.
Ingeniero Industrial.

1.9 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.

1.9.1 Estructura general.²

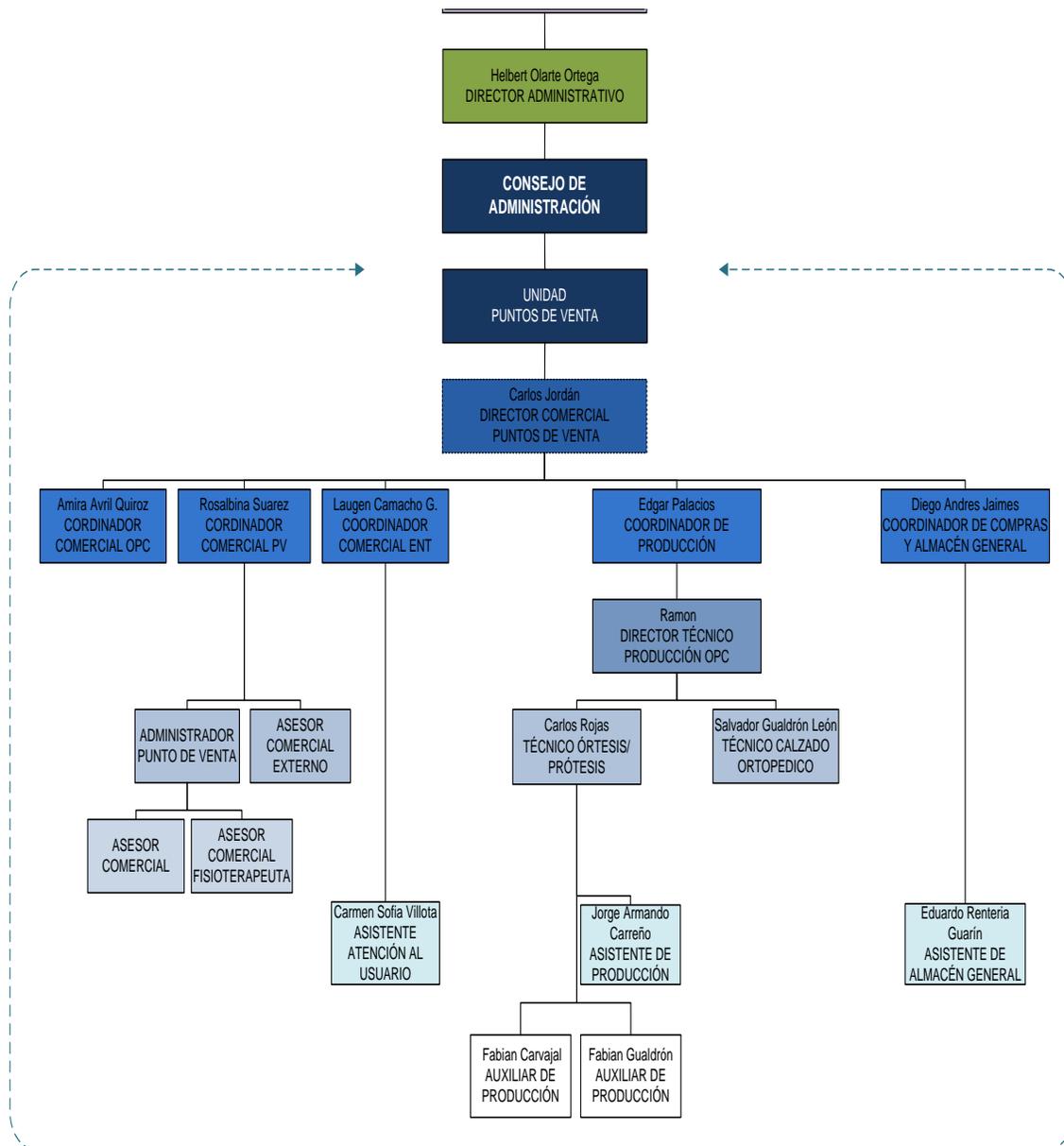
Figura 1. Estructura general LH SAS



² Fuente: Líneas Hospitalarias S.A.S

1.10 Estructura unidad puntos de venta³.

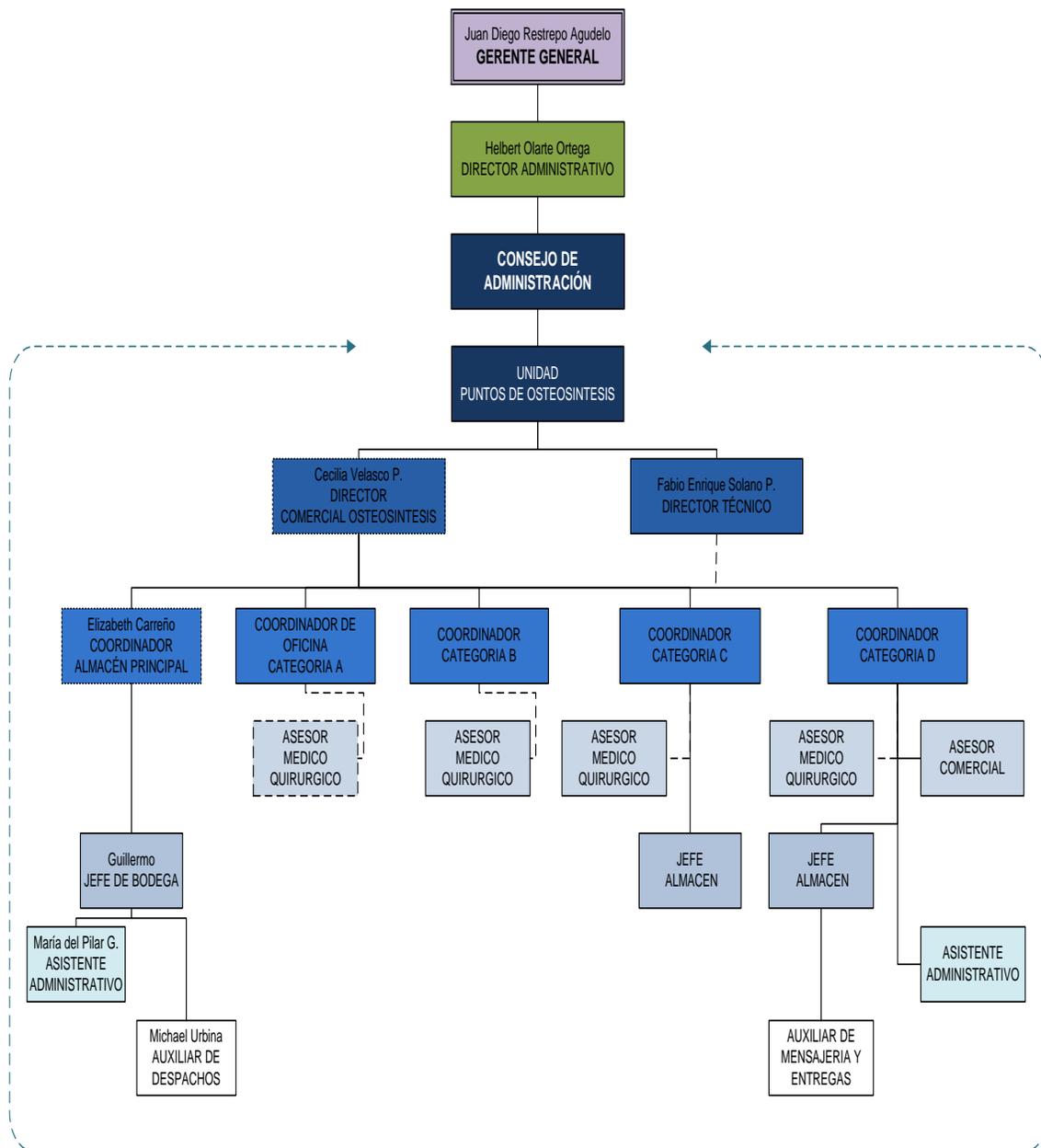
Figura 2. Estructura unidad puntos de venta.



³ Fuente: Líneas Hospitalarias S.A.S

1.11 Estructura unidad de osteosíntesis⁴

Figura 3. Estructura unidad de osteosíntesis



⁴ Fuente: Líneas Hospitalarias S.A.S

2 DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

L H S.A.S es una empresa santandereana con más de 25 años de experiencia y liderazgo en fabricación y comercialización de todo tipo de productos ortopédicos, siendo especialistas en línea blanda, Órtesis y prótesis, calzado ortopédico y para diabético, así como en materiales para cirugía.

Es una empresa de carácter mayoritariamente comercial, ya que está compuesta por tres unidades de negocio enfocadas a la venta de productos adquiridos a terceros.

El área de producción existe para la atención de necesidades de productos de dos unidades de la empresa.

En la actualidad la empresa esta en proceso de expansión Lo que indica que la empresa ha venido creciendo y adquiriendo un mayor reconocimiento nacional, lo cual ha generado que su volumen de ventas aumente significativamente. Esta tendencia en gran parte se debe a la Unidad de material de osteosíntesis y remplazos articulares. Esta unidad es la más importante de la empresa, ya que es la que mayor volumen de ventas genera, representando aproximadamente el 70% de los ingresos. Además de esto es la que mayor cantidad de recursos de capital de trabajo tiene invertidos, tanto en inventarios como en cartera.

Por otro lado la unidad de Órtesis, es donde se realiza la producción de productos ortopédicos sobre medida, esta unidad representa el 5 % de los ingresos de la compañía lo cual no es muy rentable ya que tiene un representativo capital de trabajo invertido. Además sus volúmenes de venta y de producción no son altos, por la falta de una labor comercial estructurada, y un mayor control en sus tiempos de entrega y en la calidad del producto final⁵.

Actualmente la Unidad de Órtesis a nivel de producción no se encuentra muy bien estructurada, ya que no cuenta con una distribución de planta concreta, lo que impide que haya un flujo de proceso definido y un buen aprovechamiento del área de trabajo, generando cierto desorden en el taller de trabajo, el cual, trae como consecuencia que se generen despilfarros de tiempo y de otros recursos por la falta de delimitación de áreas y organización de los puestos de trabajo.

⁵ Fuente. Departamento financiero línea hospitalaria

Imagen 2. Imagen Área termoformado



Cabe resaltar que la unidad de Órtesis, no cuenta con una estructura de costos que le permita identificar el costo real de producción de sus productos elaborados, lo cual es una desventaja que tiene la compañía por lo que no puede tomar decisiones fundamentadas si no bajo la experiencia

A razón de lo anterior, surge la necesidad para LH S.A.S realizar un mejoramiento de proceso en dicha unidad, con el fin de captar un mayor proporción de mercado mediante estrategias de tiempos de entrega justo a tiempo, calidad, y mayor eficiencia en la utilización de recursos, con el fin de aumentar valor en su productos y hacer estos más atractivos a su mercado objetivo

3 ANTECEDENTES

3.1 EVOLUCION DEL ESTUDIO DEL TRABAJO⁶

Toda da inicio entre los años de 1452 a 1519 donde Leonardo Da Vinci comienza a estudiar de manera sistemática las excavaciones de tierra con pala, este fue el primer testimonio escrito sobre medición del trabajo a través de la descomposición del mismo en partes, también designo ciertas medidas de productividad, como el número de palas de tierra transferida a la hora.

En 1760, el ingeniero Jean Perronet realiza el primer intento registrado para medir el tiempo de operaciones de manufactura y describe el proceso completo de producción en una fábrica de alfileres. Cinco años más tarde, en 1765 James Watt recomienda ciertos aspectos motivacionales relacionados con el trabajador como la importancia del ambiente de trabajo, recomienda la decoración de los mismos y propone incentivar a los operarios con obsequios como motivación para su trabajo.

En 1820 el matemático británico Charles W. Babbage hace una serie de estudio de tiempos en la producción de alfileres comunes. Hacia 1881 Frederick W. Taylor comienza su trabajo sobre el estudio de tiempos y en 1911 publica “Los principios de la organización científica”, considerado el padre de la administración científica, para determinar el trabajo de fabricación utiliza un cronometro y divide la tarea en elementos, cronometra más de un ciclo de trabajo, establece el departamento de estudio de tiempos, formaliza los sistemas de incentivos y señala la conveniencia de combinar la alta productividad del trabajador con salarios elevados. La Interstate Commerce Commision inicia una investigación sobre el estudio de tiempos y en ese mismo año Frank Bunker Gilbreth da a conocer su trabajo “estudio de movimientos”, este mismo autor, años después junto a Lillian Gilbreth publican el libro “Aplicaciones del estudio de movimientos” en donde desarrollan un método grafico sencillo para la planificación de las distintas actividades que se deben realizar durante los procesos productivos.

En 1933 Ralph M. Barnes pública “Aspectos prácticos y teóricos de micro movimientos” ahí los clasifica en tres subdivisiones principales: al uso del cuerpo humano, a la disposición y condiciones en el lugar de trabajo y al diseño de las herramientas y el equipo.

⁶ Universidad nacional de Trujillo. Evolución del estudio del trabajo. Extraído desde: <http://www.slideshare.net/velezmoro123/evolucion-del-estudio-del-trabajo>

Con el pasar de los años y de las diferentes técnicas adquiridas a través de pruebas realizadas, el estudio de tiempos y movimientos en la actualidad se reconoce como un medio o instrumento necesario para el funcionamiento eficaz de las empresas y permite a las mismas un mejoramiento continuo en cada uno de sus procesos, aumentando así su rentabilidad y rendimiento.

A continuación se presentan trabajos de grado relacionados con el mejoramiento de procesos productivos

- **“MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE RUEDAS MACIZAS EN INDURRUEDAS LTDA.”⁷**

Autor: Jorge Orlando Rodríguez Rodríguez.

Objetivo general

Analizar, identificar e implementar posibilidades de mejoramiento de las actividades operativas para la línea de ruedas vulcanizadas en INDURREDAS Ltda.

Alcance

A partir de un diagnóstico de la situación actual, se identificarán posibilidades de mejora, viables tanto técnica como económicamente, para su implementación en los procesos productivos de la línea de ruedas macizas vulcanizadas en INDURRUEDAS Ltda. Concerniente a la estructuración de operaciones, inventarios, planeación y control de la producción. Aplicando para ello un desarrollo metodológico de estudio del trabajo, documentación de procesos, diseño y análisis experimental para control de las variables presentes en la composición y manipulación de la materia prima en la empresa.

“MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CUBO DE RUEDA M300 EN LA EMPRESA FORCOL S.AS”⁸

Autor: Marisol Quintero Duran

⁷ Universidad Industrial de Santander. Extraído desde: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/cat/popup/derautor.jsp?parametros=141248>

⁸ Universidad Industrial de Santander. Extraído desde: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/cat/popup/derautor.jsp?parametros=142360>

Objetivo general

Mejorar el proceso de producción del cubo de rueda M300 en la empresa FORCOL S.A.S aumentando la eficiencia y la productividad de la línea.

Alcance

El alcance del proyecto contempla la implementación de las estrategias Trabajo estándar y entrenamiento estándar, y el diseño de un plan de mejoramiento en el proceso de producción del cubo de rueda M300 trasero y delantero en la empresa Forcol S.A.S

“MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA ACCECOL LTDA”⁹

Autor: Cristhian Danilo Pérez Cárdenas

Objetivo general

Analizar y mejorar los procesos de producción de ACCECOL Ltda. Aplicando métodos y herramientas de manufactura flexible.

Alcance

El proyecto arrancara con un diagnostico general del proceso productivo ACCECOL Ltda. Posteriormente se focalizara el análisis general y detallado en las líneas manijas, puntos, chapetas – bisagras; como pilotos debido a que a esta líneas representan cerca del 70% de la producción en la empresa. Para las líneas pilotos, se recopilaran y entregaran tiempos de producción estándares, diagramas de recorrido de las piezas diagrama de operaciones de los accesorios y hoja de ruta de los productos de los productos.

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS PARA LA EMPRESA PIMPOLLO S.A.S¹⁰

Autor: Priscila Alexandra Dávila Prada

⁹ Universidad Industrial de Santander. Extraído desde: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/cat/popup/derautor.jsp?parametros=141057>

¹⁰ Universidad Santo Tomas. Extraído desde: [http:// biblioteca.ustabuca.edu.co/p/catalogo/ldatos.php?](http://biblioteca.ustabuca.edu.co/p/catalogo/ldatos.php?)

Objetivo general: Evaluar los principales puntos críticos en los procesos productivos de las áreas de beneficio, eviscerado, selección y desprese de la empresa PIMPOLLO S.A.S, basado en la aplicación de herramientas como: un estudio de tiempos y análisis de despilfarros con el fin de proponer elementos para la mejora de la eficiencia de sus procesos.

Alcance: La intención de este proyecto en las áreas de beneficio, eviscerado, selección y desprese de la planta de PIMPOLLO S.A.S. Bucaramanga, es describir de manera clara la situación real del proceso, proponer mejoras que permitan una optimización en la producción de pollo entero y despresado y plantear sistemas de medición que permitan llevar un control de esas mejoras.

4 JUSTIFICACIÓN

LH S.A.S de Amplia trayectoria en la fabricación y comercialización de productos ortopédicos, mantiene desde hace un par de años la misma estructura de producción para la unidad Órtesis, sin que esta permanencia se traduzca en experiencia constructiva de innovación de procesos, ni gestión para el mejoramiento productivo.

El afloramiento de nuevos competidores más el continuo cambio de coordinadores de producción del departamento y la floja labor comercial, ocasiono que el área de Órtesis y prótesis decayera en materia de organización e innovación e sus procesos. Desde entonces la unidad lleva a cabo un bajo desempeño lo cual se refleja en su volumen de ventas, producción y en el reprocesamiento de algunos de sus productos finales.

La falta de conocimiento de los tiempos de fabricación ha impedido que se pueda ejercer un mayor control sobre los operarios de la empresa para distribuir su tiempo eficientemente y poder llevar una efectiva programación de la producción basada en tiempos de fabricación.

La ausencia de una estructura de costos que permita conocer el costo real de fabricación de los productos aleja la posibilidad de saber si la forma de producción que se lleva implementando es la correcta, o si los precios que se ofrecen al mercado son los ideales. Además la falta de información que se genera por no tener una herramienta de costos obstaculiza una toma de decisión fundamentada que ayude al buen funcionamiento del área de producción de Órtesis.

Conforme a lo anterior, se requiere un trabajo que permita lograr mejoras en los procesos, se proyecta de igual forma proponer una herramienta de costos que dé a conocer el costo real de fabricación de los productos de Órtesis. Estas mejoras deben implementarse con estudio de métodos y tiempos que permitan dar a conocer los procesos críticos y sus posibles soluciones

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Mejorar el proceso de producción de dispositivos médicos sobre medida de Órtesis en la empresa LH S.A.S realizando un estudio de métodos y tiempos y una propuesta de costos.

5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Realizar el diagnóstico del estado actual de la empresa en materia de producción
- Determinar el tiempo de fabricación y mejoras en los procesos de cada una de las referencias de Órtesis realizando un estudio de métodos tiempos.
- Proponer mejoras en los procesos productivo de Órtesis basadas en los hallazgos del diagnóstico y del estudio de métodos y tiempos
- Proponer una redistribución delos equipos del taller para mejorar la productividad y crear un flujo continuo.
- Presentar una propuesta de un sistema de costos que permita determinar el costo de producción unitario.

6 MARCO TEÓRICO

El mejoramiento del proceso de producción de Órtesis en la empresa Líneas Hospitalarias S.A.S surge como una prioridad para tener un mayor y mejor desenvolvimiento en el entorno competitivo de este sector.

Con el aparecimiento de la globalización aparecen muchos factores que afectan este proceso de mejora, alguno de los cuales son externos y poco control se puede ejercer sobre ellos, pero otros, son factores internos y es allí donde debe centrarse toda la atención, de tal manera que la empresa pueda ejercer políticas adecuadas para el buen funcionamiento, como es el caso de los empleados, métodos de trabajo y tiempos de entrega. A continuación se presentan fundamentos teóricos que fundamentan este proyecto.

6.1 DESPILFARROS

El estudio de despilfarros dentro de los procesos productivos se origina a partir de los estudios de Ohno en Toyota, donde aplicando los siete principios de los despilfarros a través de varios estudios de ensayo-error, le permitieron eliminar los desperdicios o *muda* en japonés, encontrar un nuevo sistema de producción, determinar las actividades que le añadían valor al producto y deshaciéndose de las que no lo hacían.¹¹

Muda es una palabra japonesa que traducida al español significa “desperdicio”, específicamente es cualquier actividad humana que consume recursos pero no genera valor o errores que requieren de re fabricación, la producción de artículos que nadie quiere lo que hace que los inventarios se acumulen, los procesos de producción que no son realmente necesarios, movimientos de los empleados, el transporte de producto de un lugar a otro sin ningún propósito y los bienes y servicios que no cumplen con las necesidades de los clientes.¹²

Ortiz Pimiento, en su trabajo sobre Mejoramiento empresarial, establece que los despilfarros son todo aquello que sea distinto de la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción.¹³ Un ejemplo de disminución de despilfarros se puede observar en la empresa automotriz TOYOTA anteriormente mencionado, que ha ido evolucionando su pensamiento y renovación de la forma de trabajo, esto ha

¹¹ LIKER, Jeffrey K. Las claves del éxito de Toyota. Nueva York: Mc Graw Hill, 2004. Pagina 63.

¹² WOMACK, James P. and JONES, Daniel T. Lean thinking. 2003. Página: 219.

¹³ ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Primera edición. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Universidad Industrial de Santander. 1999. Página 23.

permitido que durante los últimos años lograran reducir 2.6 billones de dólares en sus costos de fabricación sin tener que cerrar plantas o disminuir el número de trabajadores.¹⁴

El estudio de despilfarros dada las características mencionadas, entonces conduce a la identificación de todas las actividades de un proceso que no aportan valor añadido al producto.

Taiichi Ohno, el experto japonés, identificó, hace ya varias décadas, siete tipos de despilfarro en los procesos productivos:¹⁵

- Por exceso de producción: realizar una producción no ajustada a las cantidades demandadas por los clientes.
- Por tiempos de espera: personas pasivas o maquinas paradas.
- De transporte: manipulación y traslado de materiales.
- De proceso: actividades innecesarias, maquinaria en mal estado.
- De existencias: materiales obsoletos, excesos de existencia.
- De movimientos: movimientos innecesarios o incómodos para las personas.
- Por defectos del producto o servicio: reclamaciones, garantías o rechazos.

Para la identificación de los principales despilfarros en plantas productivas, Néstor Raúl Ortiz Pimiento, resume tres grandes metodologías que pueden ser definidas de la siguiente manera:

- **Por la puerta trasera:** hacer un seguimiento detallado a los procesos identificando que es trabajo, lo demás sería despilfarro.¹⁶
- **Flujo pieza a pieza:** en este método lo que se pretende es simular una corrida de producción bajo el supuesto de que sólo se requiere procesar un artículo, de esta manera se hacen evidentes los despilfarros de transporte, de tiempos inactivos, de grandes máquinas, o una mala distribución de la planta.¹⁷

¹⁴ Kaizen en Toyota, 2008. Extraído desde: <http://rav4.mforos.com/1078744/7516650-kaizen-en-toyota/>

¹⁵ Instituto Aragonés de Fomento (2000). Eliminación de despilfarros. Extraído desde: http://www.fvq.es/Archivos/Publicaciones/ff5764591ffguia_despilfarros.pdf

¹⁶ ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Primera edición. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Universidad Industrial de Santander. 1999. Páginas: 23, 24, 27,28.

¹⁷ ISBN

- **Analizar la situación actual:** el rediseño de procesos, parte de la descripción grafica de los métodos actuales de trabajo, en donde se identifican fácilmente los despilfarros, luego éstos son analizados y posteriormente eliminados mediante propuestas de métodos de trabajo más eficientes.¹⁸

6.1.1 Proceso de selección del método de despilfarros. Al realizar un cuadro comparativo de los tres métodos para descubrir los despilfarros donde se analizaron sus características, ventajas y desventajas se llegó a la conclusión de cuál sería el más óptimo para trabajar.

Tabla 2. Comparación de los tres métodos para descubrir los despilfarros.

METODO	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Por la puerta trasera	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica de que se trata cada operación o actividad. • Conocer la función principal de esa operación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se conoce con exactitud el trabajo realizado. • No genera un costo para la compañía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Podrían pasar desapercibidas actividades, operaciones, entre otros, que estén ocasionando despilfarros.
Flujo pieza a pieza	<ul style="list-style-type: none"> • A través de una simulación del proceso se determinan los desperdicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Con este método se identificarían de manera rápida los despilfarros. • Se determina exactamente que está siendo despilfarro 	<ul style="list-style-type: none"> • Genera un costo mayor para la empresa. • Sería difícil la colaboración por parte de los empleados, ya que esto sería simplemente una simulación.
Analizar la situación actual	<ul style="list-style-type: none"> • A partir de las diferentes técnicas del análisis de trabajos es posible identificar fácilmente los despilfarros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se conoce con exactitud el trabajo realizado y los despilfarros. • Por medio del estado actual de la empresa es fácil aplicar este método. 	<ul style="list-style-type: none"> • No todas las empresas cuentan con descripciones graficas que permitan identificar fácilmente los despilfarros.

¹⁸ ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Primera edición. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Universidad Industrial de Santander. 1999. Páginas: 23, 24, 27,28.

6.1.2 Método a utilizar. Después de hacer un análisis de los tres métodos se puede concluir que el método “por la puerta trasera” se centra más en analizar cada operación y podría estar dejando pasar los despilfarros, en el método “flujo pieza a pieza” sería un costo grande para la empresa pues se trata de hacer una simulación de proceso; y el tercer método, “analizar la situación actual”, permite a través del estado actual de la empresa identificar fácilmente los despilfarros, no generaría ningún costo a la compañía y está más relacionado con el estudio de tiempos. Se realizara un recorrido por la planta, se observaran detalladamente cada proceso, el trabajo de los operarios, maquinaria e insumos y se llevara un formato que permita analizar e identificar fácilmente los despilfarros.

6.2 ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DEL TRABAJO.¹⁹

El estudio de métodos es el registro y examen crítico y sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficientes y de reducir los costos. Los fines del estudio de métodos son los siguientes:

Mejorar los procesos y los procedimientos; mejorar la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo; Así como los modelos de maquinas e instalaciones; economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria; mejorar la utilización de materiales, maquinas y mano de obra; crear mejores condiciones materiales de trabajo.

Existen vanas técnicas de estudio de métodos apropiadas para resolver problemas de todas las categorías, desde la disposición general de la fábrica hasta los menores movimientos del operario en trabajos repetitivos. En todos los casos, el procedimiento es fundamentalmente el mismo y debe seguirse.

¹⁹Organización internacional del trabajo. Introducción al estudio de métodos y selección del trabajo. [on line] [citado 22 de Marzo de 2012]. Disponible en internet: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones/lecturas/EstudioProcesos/estudiometodos.pdf>

6.3 PROCEDIMIENTO BÁSICO PARA ESTUDIO DE MÉTODOS²⁰

Al examinar cualquier problema es necesario seguir un orden bien determinado que puede resumirse como sigue:

1. DEFINIR el problema
2. RECOGER todos los datos relacionados con él.
3. EXAMINAR los hechos con espíritu crítico, pero imparcial.
4. CONSIDERAR las soluciones posibles y optar por una de ellas.
5. APLICAR lo que se haya resuelto.
6. MANTENER EN OBSERVACION los resultados.

Hemos visto ya el procedimiento básico del estudio del trabajo, que comprende a la vez los procedimientos de estudio de métodos y los de medición del trabajo. Examinemos ahora cuales son las sucesivas etapas básicas del estudio de métodos. Para mayor claridad se indican a continuación.

- Seleccionar el trabajo que se va a estudiar.
- Registrar todo lo que sea pertinente del método actual por observación directa.
- Examinar con espíritu crítico lo registrado, en sucesión ordenada, utilizando las técnicas más apropiadas en cada caso.
- Idear el método más práctico, económico y eficaz, teniendo debidamente en cuenta todas las contingencias previsibles.
- Definir el nuevo método para poderlo reconocer en todo momento. implantar ese método como práctica normal.
- Mantener en uso dicha práctica instituyendo inspecciones regulares.

Esas siete etapas son esenciales para aplicar el estudio de métodos y ninguna se puede saltar. Para que la investigación sea útil, no sólo hay que respetarlas estrictamente, sino que debe seguirse el orden indicado. No hay que dejarse engañar por la sencillez del procedimiento básico y creer que el estudio de métodos es fácil y por tanto sin importancia. Al contrario, puede llegar a ser muy complejo, aunque esté reducido aquí a unas cuantas etapas sencillas con fines de descripción.

²⁰ Organización internacional del trabajo. Introducción al estudio de métodos y selección del trabajo. [on line] [citado 22 de Marzo de 2012]. Disponible en internet: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones/lecturas/EstudioProcesos/estudiometodos.pdf>

6.4 CINCO ESES (5´S)

Las 5 S es una herramienta a mejorar los procesos de mano factura. Es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples que se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral²¹.

Tabla 3. Tabla 5s

JAPONES	ESPAÑOL	COMPCE TO
整理, Seiri	Clasificación	Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil
整頓, Seiton	Orden	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
清掃, Seisō	Limpieza	Mejorar el nivel de limpieza de los lugares
清潔, Seiketsu	Normalización	Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden
躰, Shitsuke	Mantener la disciplina	Fomentar los esfuerzos en este sentido

Adaptado de: <http://gfcabeza.com/2011/03/>

La metodología tiene como objetivo:

- Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal (es más agradable y seguro trabajar en un sitio limpio y ordenado)
- Reducir gastos de tiempo y energía.
- Reducir riesgos de accidentes o sanitarios.
- Mejorar la calidad de la producción.
- Seguridad en el trabajo.

²¹ CABEZA, Gustavo. Sistema de gestión 5 S. [on line] [citado 22 de Marzo de 2012]. Disponible en internet :<http://gfcabeza.com/2011/03/>

6.5 SELECCIÓN DE PROCESO.

“Desde un punto de vista sistémico es interesante visualizar la toma de decisiones sobre el sistema productivo, en una cierta jerarquía: determinadas decisiones se deben tomar antes que otras, aunque luego deba volverse sobre ellas”²².

Diagrama de flujo del proceso. Permite observar de manera práctica los pasos de un proceso que son necesarios para llevar a cabo la elaboración de un producto.

Simbología:

Operación: es una actividad donde se utilizan y combinan personas, información, métodos, insumos y maquinaria.

Inspección: significa que se hace una comprobación de ciertas características. En una operación-inspección se trabaja y verifica el cumplimiento de los estándares de calidad simultáneamente.

Demora: es cualquier retraso ocasional no planeado en el proceso.

Almacenamiento: cuando el producto en proceso o el producto terminado es guardado en la respectiva bodega.

Operación - Inspección: indica que mientras se trabaja el material simultáneamente se hace verifican parámetros de calidad.

Estructuras de proceso:

Las operaciones de manufactura, en términos generales de transformación de un insumo material en un producto material, pueden clasificarse en tres tipos de estructuras de proceso.

- **Procesos Continuos:** Los procesos continuos deben funcionar 24 horas al día para evitar costosas detenciones y arranques. Las industrias de proceso como la de acero, metalmecánica, la de plásticos, la química, y la del petróleo, son típicas de estos procesos.

²²Rudiger Von Sanden, Depto. De Prod. Industrial, Facultad de Ingenierías, Udela. Administración de Operaciones. Pág. 3.

- **Procesos repetitivos:** En los procesos repetitivos se producen más artículos en grandes lotes durante un periodo considerable.
- **Procesos Intermitentes:** En los procesos intermitentes, los artículos se procesan en pequeños lotes, muchas veces de acuerdo con las especificaciones de un cliente²³

6.6 ESTUDIO DE TIEMPOS.²⁴

El estudio de tiempos consiste en aplicar alguna técnica de registro, con el propósito de establecer la duración de un área específica. Aun cuando existan varias técnicas para el registro de tiempos.

Entre las técnicas más conocidas dentro del estudio de tiempos se tiene la siguiente:

- **Cronometraje:** como su nombre lo indica se basa en el empleo de un cronometro.
- **Tiempos predeterminados:** se refiere a datos de tiempo estandarizados y organizados en tablas de fácil consulta.
- **Muestro del trabajo:** es una técnica que permite calcular tiempos mediante el registro de las actividades realizadas por el trabajador durante su jornada de trabajo.

Para poder establecer la duración de una tarea, se debe partir de tres premisas elementales.

Debe existir un método previamente definido, con el cual indica la manera como se ve ha de ejecutar el trabajo en cuestión.

El operario debe desarrollar su actividad a un ritmo de trabajo normal.

²³Chase Aquilano. Dirección y administración de la producción y de las operaciones. Sexta edición McGRAW-HILL. Pág. 67.

²⁴ ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa de la empresa. Escuela de estudios industriales y empresariales. Pág. 143.

El operario seleccionado para un estudio de tiempos debe ser calificado en cuanto habilidad para desarrollar el trabajo es decir, no ser muy experto, ni tampoco inexperto.

6.6.1 Importancia del estudio de tiempos.²⁵ Establecer tiempos puede considerarse como una labor básica que apoya el proceso de toma de decisiones en algunas dependencias de la organización. Al conocer el tiempo se tendrá algunos argumentos para:

- Estimar el costo de los productos elaborados.
- Estimar la capacidad de producción de la planta.
- Programar eficientemente la producción.
- Asignar correctamente el trabajo de los operarios.
- Calcular eficiencias (por ejemplo: producción esperada – producción real)
- Comparar métodos de trabajo.

6.6.2 Metodologías. Entre las técnicas más conocidas para aplicar un estudio de tiempos se tienen las siguientes.

6.6.2.1 Estudio de Tiempos por cronometro²⁶. Esta técnica permite establecer la duración de una tarea a partir de un registro de datos de tiempo que han sido cronometrados. Estos datos son el resultado de la observación de algunos ciclos de trabajo.

Un ciclo de trabajo es la sucesión completa de acciones necesarias para ejecutar una tarea durante la cual se obtiene una unidad de producción (es importante recordar que una unidad de producción no es necesariamente una unidad de producto ya que es posible que un ciclo se produzca ocho piezas a la vez). El ciclo se inicia en un instante predefinido de la tarea (por ejemplo cuando el operario tome una herramienta) y continua hasta el mismo punto en la siguiente repetición de la tarea; de esta forma comienza el siguiente ciclo y así sucesivamente

Para desarrollar un estudio de tiempos basado en esta técnica, se debe iniciar fraccionando el ciclo de trabajo en varias etapas, a las cuales se les da el nombre de elementos. Un elemento es una parte de la tarea que dura poco tiempo

²⁵ Ibid., Pág. 144

²⁶ Ibid., Pág. 145

y generalmente se compone por uno o varios movimientos básicos del operario o de la maquina.

En general, los elementos pueden ser de tres tipos:

- Repetitivos o regulares: son aquellos que aparecen en todos los ciclos de trabajo.
- No repetitivos o irregulares: son aquellos que aunque son periódicos, no se repiten en todos los ciclos de trabajo, por ejemplo: ir a traer material de la bodega (este elemento puede ser que se repita cada 10 ciclos)
- Extraños o aleatorios: como su nombre lo indica, son elementos eventuales, y por lo tanto no deben ser tenidos en cuenta al establecer el tiempo asignado, por ejemplo: la caída de un pieza

Las siguientes son algunas normas para dividir el ciclo de trabajo en elementos:

- Los elementos deben ser de fácil identificación, como comienzo y fin claramente definidos. En lo posible que estén dados por señales auditivas
- Los elementos no deben ser ni muy largos (máximo 20 segundos), ni muy cortos (mínimo tres segundos)
- Se deben separar los elementos del operario de los de la maquina, al igual que los repetitivos de los no repetitivos.
- Todos los movimientos del elemento deben proseguir el mismo objetivo.

6.6.2.2 Determinación del tamaño de la muestra.²⁷ El numero de observaciones que harán tres aspectos, del grado de variación que presentan los tiempos del ciclo, de la parte de un estudio de tiempos por cronometro depende básicamente de precisión que se exija a la estimación y del nivel de confianza del estudio.

Inicialmente se debe registrar la duración de varios ciclos de trabajo (n entre 8 y 15 ciclos) a este grupo de datos (tiempo de ciclo) se llama muestra preliminar o premuestra. Aquí no es necesario dividir el ciclo en elementos, solo se registra el tiempo global de cada ciclo de trabajo.

Con los datos de tiempo de la premuestra se calcula la desviación estándar. Luego se fija el nivel de confianza del estudio, de tal forma, que un estudio a un

²⁷ Ibid., Pág. 168

nivel de confianza del 99% requiera de más observaciones que un estudio a nivel de confianza del 85%.

Posteriormente se fija la precisión del estudio, es decir, el margen de error que se desea tener en la estimación del tiempo de ciclo.

Con la información anterior, se procede a realizar el cálculo del número de observaciones basadas en la siguiente fórmula:

$$N = \left(\frac{S * t_{\infty/2, n-1}}{e} \right)^2$$

6.6.2.3 Determinación del tiempo estándar. Una vez registrados los tiempos de tantas medidas como indican las fórmulas (restando las ya realizadas) se puede proceder a determinar el tiempo estándar.

Existe un procedimiento establecido que facilita esta tarea.

Deben eliminarse las mediciones no características, es decir, las mediciones debidas a accidentes, despistes, etc. Las demás pueden considerarse representativas. Calculando la media de estas observaciones se obtiene un primer tiempo de la tarea, pero debe corregirse teniendo en cuenta dos factores:

- Velocidad con la que trabajaba el operario al hacer la medición.
- La imposibilidad de mantener el mismo ritmo durante toda la jornada.

6.6.2.4 Tiempo normal. Se entiende por ritmo normal aquel que puede alcanzar y mantener un operario medio durante un día teórico de trabajo sin fatiga adicional. Las empresas suelen exigir un ritmo de trabajo, superior al normal, denominado ritmo tipo. Normalmente se emplean tres escalas de tiempo.²⁸

²⁸ GARCIA SANTOS, Javier. Organización de la producción I, diseño y mejora de procesos productivos. España. Tercera edición. 2003. Página 66.

Figura 4 Tabla de ritmo normal y ritmo tipo.

Ritmo normal	Ritmo tipo o actividad
100	133
60	80
75	100

Fuente: GARCIA SANTOS, Javier. Organización de la producción I, diseño y mejora de procesos productivos. España. Tercera edición

6.6.2.5 Suplementos. Un suplemento es el tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que son partes regulares de la tarea. Se consideran tres importantes:

- Suplementos por retrasos personales.
- Suplementos por retrasos o fatiga (descanso).
- Suplementos por retrasos especiales.

Debido a la complejidad de determinar el valor de todos los suplementos indicados se suele considerar un factor fijo (S), que oscila entre el 13% y el 15%.²⁹

6.6.2.6 Tiempo estándar. Es el tiempo necesitado por un operario, totalmente entrenado, para realizar la operación empleando un método establecido y trabajando a un ritmo normal durante un día de trabajo real.

$$t_{\text{standard}} = S \cdot t_{\text{normal}}$$

Figura 5. Fórmula para calcular el tiempo estándar.

Fuente: GARCIA SANTOS, Javier. Organización de la producción I, diseño y mejora de procesos productivos. España. Tercera edición.

6.6.3 Tiempos predeterminados. Cuando se habla de tiempos predeterminados se hace referencia a datos de tiempos genéricos que puedan ser utilizados para establecer el tiempo de una tarea.³⁰

²⁹ GARCIA SANTOS, Javier. Organización de la producción I, diseño y mejora de procesos productivos. España. Tercera edición. 2003. Página 67.

³⁰ Instituto tecnológico de ciudad Juárez. Técnicas utilizadas para el estudio de tiempos: un análisis comparativo (2005). Extraído desde: <http://www2.uacj.mx/IIT/CULCYT/noviembre-diciembre2005/4Tiempos.pdf>

Para establecer la duración de una tarea empleando la técnica de tiempos predeterminados, se deben seguir los siguientes pasos:³¹

- Descomponer la tarea en micro movimientos o movimientos humanos básicos, como por ejemplo: alcanzar, desmontar, soltar, etc.
- Determinar los tiempos asignados a cada micro movimiento, utilizando para ellos tablas de tiempos predeterminados. Existen varios sistemas como: el MTM, el CDS, el BTM, el work factor, etc., siendo el más utilizado el MTM.
- Sumar todos los tiempos asignados a los movimientos básicos de la tarea.
- Determinar los suplementos correspondientes.
- Calcular el tiempo tipo.

6.6.4 Muestreo del trabajo. Es una técnica de muestreo estadístico, que permite analizar el trabajo de una persona (o de un grupo) mediante la observación directa de todas las actividades que este realiza en su puesto de trabajo durante un periodo de tiempo, sin la necesidad de que el analista haga acto de presencia permanente durante dicho periodo de tiempo.³²

6.7 PROCESO DE SELECCIÓN DEL MÉTODO.

Al igual que el proceso de selección del método que mejor se ajustaba a los despilfarros, aquí se realizara lo mismo; se tuvieron en cuenta sus características, ventajas y desventajas y se escogió el más adecuado.

³¹ ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Primera edición. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Universidad Industrial de Santander. 1999. Página 160.

³² ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Primera edición. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Universidad Industrial de Santander. 1999. Página 161.

Tabla 4. Comparación de los tres métodos de estudio de tiempos.

METODO	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Estudio de tiempos por cronometro	<ul style="list-style-type: none"> • Permite establecer la duración de una tarea a partir de un registro de datos cronometrados. 	<ul style="list-style-type: none"> • El ciclo de trabajo se divide por elementos. • Es uno de los métodos más utilizados y fáciles de aplicar. • Permite interactuar con las personas a la cuales se les está cronometrando. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere llevar un seguimiento de las tareas a cronometrar. • Concentración • Orden.
Estudio de tiempos predeterminados	<ul style="list-style-type: none"> • Se utilizan datos genéricos que permitan establecer el tiempo de una tarea. 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay que valorar ritmos de trabajo. • No se presenta incomodidad por parte del operario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las tareas se deben fraccionar en micro movimientos. • Inapropiada cuando el ciclo de trabajo supera los dos minutos.
Estudio de muestreo del trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Se programa en forma aleatoria la toma de tiempos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No interfiere con la actividad del operario. • Poca participación por parte del trabajador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un método aproximado y por lo tanto sus resultados tienen una connotación probabilística. • En un estudio de tiempos sería bueno hacer contacto con los operarios, para conocer bien el entorno laboral.

6.7.1. Metodología a utilizar.³³ El método que se utilizara será el “el estudio de tiempo por cronometro”. Se llegó a escoger este método ya que actualmente la empresa no cuenta con estudios de tiempos realizados previamente y este es el método que se encuentra más acorde con lo que la empresa busca, que es el poder conocer el tiempo exacto de duración de cada proceso. Es por eso que se tomara el tiempo de tareas que serán divididas en elementos, el cronómetro se leerá a la terminación de cada elemento, y luego se regresara a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

6.7.2 Pasos a seguir en un estudio de tiempos por cronometro.³⁴ El método para estimar Tiempos por cronometro tiene la característica de ser bastante preciso, razón por la cual es muy conocido. La técnica del cronometro se utiliza preferiblemente en tareas en tareas que se repiten durante gran parte de la jornada de trabajo, sin embargo, no se descarta su aplicación en tareas poco frecuentes.

Los datos de tiempo son registrados en formatos previamente diseñados por el analista. El formato incluye un encabezado en la parte superior de la hoja, el cual contiene la información básica sobre la tarea o actividad que se va a cronometrar. A continuación se presentan los pasos a seguir para obtener finalmente el tiempo tipo para la tarea.

- Selección de un trabajador promedio, es decir que no se el mas experto ni el más inexperto.
- Determinación del ciclo de trabajo (tarea a cronometrar)
- División del ciclo de trabajo en elementos, identificando claramente momentos de inicio y finalización.
- Determinar el número de ciclos (observaciones) que deben registrarse.

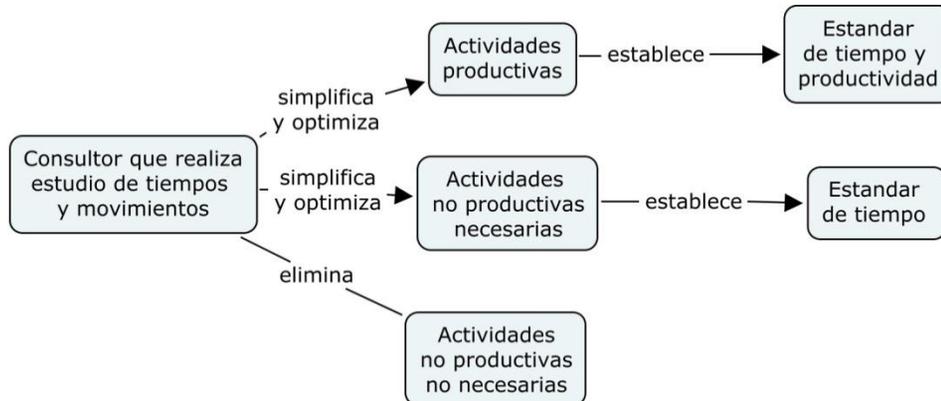
Para establecer el tiempo tipo, se deben observar varios ciclos de trabajo, de tal forma que se cuente con información suficiente para obtener una estimación más confiable de la duración de la tarea.

A continuación, se observa como conclusión que se puede obtener a través de un estudio de tiempos.

³³ LOPEZ, Carlos. El estudio de tiempos y movimientos (2001). Extraído desde:
<http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%2010/tiemposymovimientos.htm>

³⁴ *Ibíd.*, Pág. 151

Figura 6 Importancia de un estudio de tiempos.



6.8 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.

“la selección del tipo de distribución en planta (lay-out) se vincula obviamente con la escala de producción y la tecnología; en la medida que distintas variantes significan diverso grado de integración del sistema productivo, cambian las opciones relevantes de política de mantenimiento. Cuanto más integrado el sistema más intenso debe ser el mantenimiento en términos de disminuir la probabilidad de avería imprevista”³⁵.

6.8.1 Distribución de planta por producto: La distribución por producto se centra en hacer más fácil el flujo del producto. Cuando la demanda por un producto es elevada y continua durante un periodo, por lo general es rentable redistribuir los recursos para que queden a poca distancia entre sí y en la secuencia que requiere el producto. Con frecuencia se les llama líneas de montaje, aunque la relación entre trabajo manual directo y trabajo de máquina puede variar en gran medida. Una línea de montaje puede consistir en partes casi 100% montadas por trabajadores, o puede estar en el otro extremo, una línea de transferencia donde una máquina realiza todo el trabajo directo.³⁶

³⁵Ibíd. pág. 4

³⁶Chase Aquilano. Dirección y administración de la producción y de las operaciones. Sexta edición McGRAW-HILL. Pág. 457.

- **líneas de montaje:** son un caso especial de la distribución por producto. De manera general, el término línea de montaje se refiere a un montaje progresivo unido por un dispositivo de manejo de materiales.

- **división de tareas:** muchas veces el tiempo necesario para la tarea más larga es el que determina el menor tiempo de ciclo posible para la línea de producción. Hay varias maneras de acomodar la tarea; las probabilidades son: dividir la tarea, compartir la tarea, utilizar un trabajador más calificado, trabajar horas extraordinarias o rediseñar.

- **distribuciones de líneas flexibles:** representan una manera común de tratar el problema de acomodar una tarea.

- **equilibrado de líneas por computador:** utiliza una regla de ponderación clasificada, para seleccionar las tareas de las estaciones de trabajo. Específicamente esta regla establece que las tareas se asignan de acuerdo con su ponderación posicional, que es el tiempo para una tarea determinada mas el tiempo de todas las tareas que le siguen.³⁷

6.8.2 Distribución de planta por proceso. La técnica más común para obtener una distribución por proceso es acomodar os departamentos que realizan procesos similares de manera que se optimice su ubicación relativa. En muchas instalaciones la ubicación óptima implica colocar de manera adyacente los departamentos entre los cuales hay gran cantidad de tráfico.

6.8.3 Distribución de planta por tecnología de grupos. La distribución por tecnología de grupos o celular, asigna maquinas diferentes en celdas que trabajan sobre productos con formas y requisitos de procesamiento similares. Las distribuciones de tecnología de grupos (TG) son ahora muy comunes en la fabricación de metales.

Para implementar la distribución de planta por tecnología de grupos:

- Agrupar las piezas en familias que siguen una secuencia de pasos comunes.

- Identificar, como base para la ubicación o reubicación de procesos, los patrones de flujo dominantes de familias de piezas.

- Agrupar físicamente las máquinas y procesos en las celdas. Hay veces en que no se pueden asociar algunas piezas a una familia o no es posible colocar maquinaria especializada en una celda.³⁸

³⁷ *Ibíd.* Pág. 458

³⁸ *Ibíd.* Pág. 475

6.8.4 Distribución de planta justo a tiempo. “Cuando la demanda es continua y están relativamente equilibradas las tareas de cada secuencia de trabajo, es posible colocar las estaciones de trabajo una junto a otra. En teoría, cuando se toma cierta cantidad de producto del extremo final de la línea el sistema opera arrastrando la línea para remplazar las unidades que se quitaron”³⁹.

6.9 SISTEMA DE COSTOS.⁴⁰

Para garantizar un uso más eficiente de los recursos que afectan el costo de un artículo, servicio o comercialización de un producto se han establecido los sistemas de costeo. En términos prácticos un sistema de costeo se puede definir como un conjunto de procedimientos y normas que permite:

- Conocer el costo de la mercancía vendida.
- Valorar los inventarios.
- Ejercer un efectivo control administrativo.
- Dinamizar y agilizar el proceso de toma de decisiones.

En Razón a la competitividad del sistema productivo se ha dado mayor énfasis en los sistemas de costos para empresas manufactureras que par la de servicio y comerciales.

En caso de las empresas comercializadoras cuya actividad se fundamenta en la compra de mercancías que posteriormente venden con un mínimo de transformaciones, el manejo de los inventarios constituye un factor crítico para la determinación del costo; mientras que para las de servicio tal factor, está representado por el uso de la mano de obra. De cualquier forma, los dos fundamentos señalados, manejo de inventarios y uso mano de obra, serán ampliamente estudiados, en las empresas manufactureras, siendo aplicables las recomendaciones relativas a su análisis, administración y control, en todas la empresas independientes de la actividad desarrollada

Clasificación de los sistemas de costo.

Existen diferentes sistemas de costos que son utilizados por las empresas manufactureras de acuerdo a la forma que recopilan la información para ser registrada, de acuerdo a lo anterior se presentan los siguientes puntos de vista

- Sistema de costeo según la modalidad del proceso productivo desarrollado.

³⁹ *Ibíd. Pág. 477*

⁴⁰ PABON; Barajas Hernán. Fundamentos de costos. Ediciones UIS. 2003. Pág. 29-32

- ✓ Sistema de costos por orden de producción.
 - ✓ Sistema de costos por proceso.
- Sistema de costeo según la clase de costo que se cargue al producto.
 - ✓ Sistema de costos reales.
 - ✓ Sistema de costos predeterminados: Estimado y estándar.

6.9.1 Elementos Fundamentales del sistema de costo.⁴¹ Los costos de producción están representados por las erogaciones que se capitalizan para conformar el costo de los productos fabricados. En el proceso productivo pueden claramente definirse tres elementos integrantes de dicho costo, son los denominados elementos fundamentales de costo de producción, aquellos indispensables para determinar el costo de producir un bien.

Los elementos fundamentales del costo del producto son:

- Materiales directos
- Mano de obra directa
- Costos indirectos de fabricación.

A continuación se presenta una breve definición de cada uno de los tres elementos fundamentales del costo de producción.

- **Materiales directos:** en la fabricación de un artículo interviene diferentes materiales, aquellos que realmente forman parte integral del producto y que cumple con las características de:
 - ✓ Identificación: Fácilmente identificables con el producto.
 - ✓ Valor: Tienen un valor significativo.
 - ✓ Uso: uso relevante dentro del producto.

Estos materiales son denominados materiales directo y su control ha sido considerado como el primer elemento integral del costo de producción por cuanto constituye la base de elaboración y transformación del producto.

- **Materiales indirectos:** Aquellos materiales que interviene en el proceso de fabricación del producto formando parte integral del mismo, pero que no cumple con las características de identificación, uso y valor anteriormente

⁴¹PABON; Barajas Hernán. Fundamentos de costos. Ediciones UIS. 2003. Pág. 20-22

señaladas, son consideradas como materiales indirectos, y a medida que se causan se van cargando a la cuenta de costos indirectos de fabricación.

- **Mano de obra directa:** el proceso de transformación de los materiales en productos terminados requiere la participación del recurso humano, servicio por el cual la empresa paga una remuneración denominada salario y que a su vez genera o representa una serie de derechos y beneficios consagrados por la ley a favor de los trabajadores y a cargo de los patronos o de otras entidades destinadas al servicio y seguridad social de los empleados.

7 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRÁCTICA.

A continuación se presenta el desarrollo de cada uno de los objetivos propuestos y los resultados encontrados en el departamento de producción de la empresa LINEAS HOSITALARIAS SAS para la línea de Órtesis.

7.1 DIAGNOSTICO GENERAL AL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

7.1.1 Sistema de Producción. El proceso productivo de Órtesis en LH SAS se desarrolla bajo una orden de pedido, en base a una toma de medida realizada a cada paciente que acude a la empresa. Diariamente las ordenes de trabajo son entregadas al coordinador de producción, de acuerdo al tipo de producto que se requiere y a los tiempos de entrega se determina la secuencia de producción en la empresa. Adicionalmente, se realizan algunas observaciones diarias para precisar la programación de la producción.

7.1.2 Materia Prima Utilizada. Para la fabricación de las Órtesis la materia prima básica a utilizar es el polietileno y el polipropileno, en la tabla 5, se muestra los diferentes tipos de polietileno y polipropileno utilizados según el producto y el proveedor correspondiente.

Tabla 5. Materia prima

PRODUCTO	CALIBRE	COLOR	PROVEEDOR
Polipropileno	5mm	Beige	SIS
Polipropileno	5mm	Blanca	KIKO
Polipropileno	4mm	Blanca	KIKO
Polipropileno	3mm	Beige	SIS
Polietileno	5mm	Transparente	SIS
Polietileno	3mm	Beige	KIKO

El material es suministrado desde la ciudad de Bogotá o Barranquilla según el proveedor. La cantidad de material a pedir es calculado por el coordinador de producción mediante el sistema de control de producción a través de un análisis de tasa de consumo y saldos de inventario. Con esta información se definen las cantidades que se deben solicitar de polipropileno o polietileno.

Es importante tener en cuenta la calidad de la materia prima, pues una mala calidad trae como consecuencia reprocesamientos de los productos, desperdicio de material, y reclamos por parte de los clientes debido a alteraciones en la calidad del producto final.

7.1.3 Maquinaria utilizada. Para el proceso de fabricación de los productos de Órtesis se utilizan maquinas como:, Horno para termoformado, caladora, taladro columna, pulidora, fresadora, bomba de vacío, compresor de aire, pistola de aire caliente, entre otras.

7.1.4 Distribución de planta. La empresa no contaba con un plano a escala del taller de producción, por tanto se hizo el levantamiento del mismo a escala de 1:1000. (Ver anexo A. Distribución inicial taller de Órtesis)

Inicialmente la empresa contaba con 80 m² de superficie para el área de producción de Órtesis dividida en diferentes áreas como lo muestra la tabla

Tabla 6. Áreas de puestos de trabajo

ÁREA	M ²
Fraguado	6
Rectificado	10
Termoformado	14
Corte, Pulido,	20
Laminado	15
Ensamble accesorios	5
Forros y acabado	10
TOTAL	80

7.1.5 Proceso de fabricación de Órtesis. A continuación se describe cada una de las operaciones necesarias en el proceso de fabricación de Órtesis. Es importante mencionar que la secuencia de procesos que se va mostrar, es normalmente por el que atraviesa una Órtesis. Cabe resaltar que todas no tiene que pasar por lo mismos procesos, pero en general el proceso que enseña a continuación es el mas completo.

- **Proceso de Fraguado**

Este proceso lo lleva a cabo un técnico Órtésista protesista en el cual lo primero que realiza es colocarse sus elementos de protección personal. Inmediatamente busca el molde negativo (previamente elaborado en la fase de toma de medida) y con base en las dimensiones de éste estima la cantidad a preparar de mezcla entre agua y yeso.

Esta mezcla se elabora en la zona de yesos y es vaciada en el molde negativo. Es importante resaltar que al momento que se deposita la mezcla, simultáneamente se introduce un tubo galvanizado para que sirva de soporte y estructura para que no se desvanezca el molde y se pueda manipular más fácilmente una vez haya fraguado.

Imagen 3. Área de fraguado



Se toma un lapso aproximado de tiempo de 60 minutos para que se solidifique la mezcla.

- **Proceso de rectificado.**

El técnico Órtésista toma el molde sólido (elaborado en la fase de fraguado) y lo transporta hacia la zona de rectificado, lo asegura en una base horizontal y le retira las vendas de yeso que fueron colocadas previamente para formar el molde negativo.

Luego de retirar las vendas de yeso, el técnico dibuja los contornos requeridos para marcar los puntos de corrección y saber hasta qué punto hay que pulir el molde. Seguidamente mediante una escofina de aluminio se pule el molde para obtener el diseño que se requiere.

Imagen 4. Área de Rectificado



Es necesario tener una pequeña cantidad de mezcla de yeso para corregir ciertas partes del molde. Por último se retira el molde de la base horizontal y se traslada a la zona de laminación o termoformado según el requerimiento.

- **PROCESO DE TERMOFORMADO POR VACÍO.**

Corte inicial.

El técnico Órtésista protesista se pone sus elementos de protección personal. Inmediatamente selecciona la lámina del polímero que requiere termoformar y estima la cantidad de material a cortar y dibuja un croquis del fragmento que planea cortar. Esta operación es realizada en la zona de corte

Una vez marcada la lámina se realiza el corte mediante la caladora. Posteriormente se toma el fragmento obtenido por el corte, para ser limpiado con thinner con el fin de eliminar impurezas que puedan perjudicar el termoformado

Termoformado.

El técnico Órtesista protesista alista el horno a una temperatura de 250 grados centígrados. Mientras el horno alcanza la temperatura mencionada, el técnico instala el molde de yeso positivo a una base horizontal en forma perpendicular.

Instalado el molde se recubre con estoquineta de 3 pulgadas. Esta operación es realizada en la zona de termoformado.

Imagen 5. Área de Termoformado



Alcanzada la temperatura, se introduce la lámina al horno por un lapso de tiempo de 6 a 7 minutos. Transcurrido dicho lapso de tiempo se saca la lámina y se coloca sobre el molde positivo de tal forma que la lámina envuelva en su totalidad el molde. Inmediatamente se conecta el sistema de vacío por un minuto y simultáneamente se recorta la pestaña de plástico que se forma en la parte inferior del molde mediante unas tijeras. Cabe resaltar que al momento de realizar el vacío se le adiciona aire para enfriar el plástico de forma más rápida.

Transcurrido el minuto se desconecta el sistema de vacío y se procede a hacer un corte por toda la mitad del plástico de forma perpendicular a la base horizontal para poder extraerlo del molde positivo

Por último se retira el plástico del molde de yeso y se direcciona a la siguiente fase para que continúe su proceso. De igual forma el molde positivo es desinstalado y destruido.

Imagen 6. Área de Termoformado II



- **Proceso de corte y pulido**

Después de haber termoformado el plástico, el técnico procede a dibujar los contornos que corresponden a la Órtesis por medio de un marcador, con el fin de delimitar la zona que hay que recortar y pulir.

Seguidamente se realiza un corte por medio de la caladora a toda el área que no se encuentra dentro del límite del contorno que se realizó anteriormente.

Después de haber realizado el corte, el auxiliar técnico procede a realizar el pulido grueso por medio de una lija gruesa para darle forma a todos los bordes del producto. Consecutivamente se ejecuta el pulido fino que se realiza por medio de

una lija fija con el fin de eliminar todos los filos y partes no uniformes que presenta en los bordes del el plástico.

Y por ultimo se procede a eliminar todo el material particulado que queda del pulido por medio de un cepillo y una fresa de goma que son usados especialmente para dar ese tipo de acabado.

Imagen 7. Área de corte y pulido



- **Ensamble de accesorios.**

Ya el plástico pulido en su totalidad, el auxiliar técnico procede a ensamblar los accesorios que sean necesarios como pasadores correas u o cualquier otro tipo de accesorios que se requiera dependiendo del producto. Generalmente el ensamble de los accesorios se realiza por medio de remaches de golpe numero 12 o 9 todo dependiendo del caso.

Imagen 8. Área de Ensamble accesorios



- **Forros y acabado**

Una vez el plástico este pulido y con sus accesorios instalados, se realiza la postura del forro al producto. Para realizar este proceso primero que todo hay que tener claro la cantidad de forro a utilizar para luego recortar lo necesario y no generar un desperdicio. Ya recortado, se procede a pasar el forro por el horno para que adquiera cierto grado de calor y se deje moldear más fácil al plástico.

Imagen 9. Área de ensamble forros



Calentado el forro, se procede a colocarlo sobre el plástico ejerciendo una fuerza sobre el para que este adquiera la forma que se requiere. Luego se procede a aplicar pegamento al forro para adherirlo a este y quede el producto forrado. Finalmente se recorta el sobrante del forro y se limpia.

7.2 DIAGRAMAS DE ANÁLISIS GENERAL

- **Diagrama de flujo.** Se realizaron los diagramas de flujo para los procesos de fabricación de Órtesis. (Ver anexo B. Diagramas de flujo proceso de producción)

7.3 ESTUDIO DE TIEMPOS

LH S.A.S tiene una jornada laboral de lunes a sábado, operando de la siguiente forma:

Tabla 7. Horario laboral LH S.A.S

LUNES A VIERNES	7.30 – 12:00 Y 2:00 – 6:00 PM
SABADOS	8:00 – 1:00 PM

Los operarios cuentan con un descanso de 30 minutos en el transcurso de la jornada laboral.

La empresa no ha realizado un estudio de tiempos en el proceso de producción de Órtesis, así que no conoce la duración del ciclo ni la capacidad instalada.

El tiempo de entrega de los productos es calculado de manera empírica por los trabajadores y por el coordinador de producción. Por lo anterior se tomo la decisión de realizar un estudio de tiempos que a continuación se sustentará.

7.3.1 Familia de productos. El departamento de Órtesis cuenta con un portafolio de 110 productos, lo cual dificulta la medición de tiempos. En vista al gran numero de productos que presenta, se decide realizar familia de productos basado en el método PFA (PRODUCTION FLOW ANALYSIS). Este método consiste en agrupar las maquinas empleadas en los productos de fabricación, teniendo en cuenta que maquina necesita cada una de las partes que se fabrican⁴².

Para implementar el PFA fue necesario realizar una matriz, donde cada celda columna representa un producto y cada celda de fila hace referencia a un proceso por el que pasa el producto. Aplicando lo anterior se obtuvo la siguiente matriz:

⁴² Tecnología de _grusp_ pdf a utor Pau Sampolaznar – Cristian Carmona Gómez

Imagen 10 . lista de productos VS procesos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Nombre	Fundir el mo	Rectificado r	Corte inicial	plastificado	Dibujo cont	Corte, pulido	Ensamble ar	Alineacion	ensamble ad	Forros, acaba
2	ANILLOS EN OCHO PARA DEDOS										
3	ANTIGENO VARO - VALGO DIURNO BILATERAL										
4	ANTIGENO VARO - VALGO DIURNO UNILATERAL										
5	ANTIGENO VARO - VALGO NOCTURNO BILATERAL										
6	APARATO TWISTER BILATERAL										
7	ANTIGENO VARO - VALGO NOCTURNO UNILATERAL										
8	APARATO CORTO ARTICULADO / NO ARTICULADO										
9	APARATO DE PERTHES										
10	APARATO LARGO CON ARTICULACIÓN ESPECIALIZADA IMPORTADA ADULTO										
11	APARATO LARGO CON ARTICULACIÓN ESPECIALIZADA IMPORTADA PEDIATRICO										
12	APARATO LARGO PLASTICO ADULTO BILATERAL										
13	APARATO LARGO PLASTICO ADULTO BILATERAL CON CORSET										
14	APARATO LARGO PLASTICO ADULTO CON BANDA PELVICA										
15	APARATO LARGO PLASTICO ADULTO UNILATERAL DER O IZQ										
16	APARATO LARGO PLASTICO INFANTIL BILATERAL										
94	FERULA PRECORTADA CON PULGAR EN ABDUCCIÓN (A213 KSM)										
95	FERULA PRECORTADA EN SPICA PARA MUÑECA Y PULGAR (A205-KSM)										
96	FERULA RIGIDA DORSAL EN FERUPLAST UNILATERAL										
97	OTP PARA FERULA BODY HELP LXL										
98	OTP PARA FERULA BODY HELP SM										
99	PLANTILLA DE REALCE HASTA 3 CMM										
100	PLANTILLA DE REALCE MAYOR A 3 CM										
101	PLANTILLA ORTOPEDICA EN CUERO ADULTO										
102	PLANTILLA ORTOPEDICA EN CUERO INFANTIL										

Una vez elaborada la matriz se procede rellenarla por medio de 1 y 0, asignado 1 a cada intersección de la matriz que corresponda al uso de un proceso determinado para un producto en particular. Y los espacios corresponderán a 0 lógicos, es decir a procesos que el producto no requiere pasar.

Imagen 11. Asignación de 1 y 0

	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Nombre	Rectificado r	Corte inicial	plastificado	Dibujo cont	Corte, pulido	Ensamble ar	Alineacion	ensamble ad	Forros, acaba	empacar y et
7	FERULA OTP INFANTIL UNILATERAL CON ARTICULACION DE ACERO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	FERULA OTP INFANTIL UNILATERAL CON ARTICULACION EN GOMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	FERULA OTP INFANTIL UNILATERAL CON REACCION AL PISO	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
0	FERULA OTP UNILATERAL CON REACCION AL PISO	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
1	FERULA PARA CANALETA	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
2	FERULA PARA CORRECIÓN DE VARO-VALGO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	FERULA PARA PIE EQUINO-VARO/ZAMBO (TTO PONSETI)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	FERULA PRECORTADA CON PULGAR EN ABDUCCIÓN (A213 KSM)	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
5	FERULA PRECORTADA EN SPICA PARA MUÑECA Y PULGAR (A205 KSM)	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
6	FERULA RIGIDA DORSAL EN FERUPLAST UNILATERAL	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1
7	OTP PARA FERULA BODY HELP LXL	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
8	OTP PARA FERULA BODY HELP SM	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
9	PLANTILLA DE REALCE HASTA 3 CMM	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
0	PLANTILLA DE REALCE MAYOR A 3 CM	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
1	PLANTILLA ORTOPEDICA EN CUERO ADULTO	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
2	PLANTILLA ORTOPEDICA EN CUERO INFANTIL	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
3	PLANTILLAS ORTOPEDICAS ADULTO	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
4	PLANTILLAS ORTOPEDICAS EN NEOPRENO	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
5	PLANTILLAS ORTOPEDICAS EN PLASTAZOTE IMPORTADO	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
6	PLANTILLAS ORTOPEDICAS EN PLASTAZOTE NACIONAL	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
7	PLANTILLAS ORTOPEDICAS INFANTIL	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
8	PLANTILLAS ORTOPEDICAS TIPO UCLA - UCBL - ADULTO	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
9	PLANTILLAS ORTOPEDICAS TIPO UCLA - UCBL - INFANTIL	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
0	PLANTILLAS ORTOPEDICAS TIPO UCLA - UCBL - UNIDAD	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1

Ya diligenciada la tabla se puede observar en cada fila y columna una secuencia de unos y ceros que se van a interpretar como números binarios. Es decir al final de cada columna y fila se obtiene un número binario. Dicho números se proceden a ordenarse de mayor a menor tanto para las filas como para las columnas. Para el presente caso se representa de la siguiente manera

Imagen 12. Familia productos organizada

	A	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Nombre	Rectificado	Corte inicial	plastificado	Dibujo contd	Corte, pulido	empacar y etiqueta	Forros, acabadd	ensamble a	Alineacion	Ensamble a	bina	dec
94	SOCKET PARA PROTESIS TRANSFEMORAL EN POLIPROPILENO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1111110111	-9
95	SOCKET PARA PROTESIS TRANSTIBIAL EN POLIPROPILENO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1111110111	-9
96	SOCKET TRANSFEMORAL EN RESINA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1111110111	-9
97	SOCKET TRANSFEMORAL FLEXIBLE Y CANASTILLA DE CARBONO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1111110111	-9
98	SOCKET TRANSRADIAL INTERNO FLEXIBLE + EXTERNO EN FIBRA DE CARBONO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1111110111	-9
99	SOCKET TRANSTIBIAL EN RESINA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1111110111	-9
00	BRACE TIPO SARMIENTO DE CUBITO-RADIO	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
01	BRACE TIPO SARMIENTO DE FEMUR	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
02	BRACE TIPO SARMIENTO DE TIBIA - PERONE	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
03	BRACE TIPO SARMIENTO PARA HUMERO SOPORTE DE HOMBRO	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
04	CORSET PARA ESCOLIOSIS	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
05	CORSET TIPO BOSTON	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
06	CORSET TIPO MILWAUKEE	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
07	COLLAR PARA TORTICOLIS CONGÉNITA	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
08	FERULA EN SPICA PARA MUÑECA Y PULGAR (A205-KSM)L	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
09	FERULA EN SPICA PARA MUÑECA Y PULGAR (A205-KSM) SM	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
10	FERULA OTP ADULTO BILATERAL	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
11	FERULA OTP ADULTO DER O IZQ	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
12	FERULA OTP INFANTIL BILATERAL	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
13	FERULA OTP INFANTIL DER O IZQ	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
14	FERULA OTP INFANTIL UNILATERAL CON REACCION AL PISO	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
15	FERULA OTP UNILATERAL CON REACCION AL PISO	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
16	FERULA PRECORTADA CON PULGAR EN ABDUCCIÓN (A213 KSM)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
17	FERULA PRECORTADA EN SPICA PARA MUÑECA Y PULGAR (A205-KSM)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1111110011	-13
18	PLANTILLAS ORTOPEDICAS TIPO UCLA - UCBL - ADULTO	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1111110001	-15
19	PLANTILLAS ORTOPEDICAS TIPO UCLA - UCBL - INFANTIL	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1111110001	-15
20	PLANTILLAS ORTOPEDICAS TIPO UCLA - UCBL - UNIDAD	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1111110001	-15
21	OTP PARA FERULA BODY HELP LXL	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1111110000	-16
22	OTP PARA FERULA BODY HELP SM	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1111110000	-16
23		1,3292E+36	1,3292E+36	1,3292E+36	1,3292E+36	1,32923E+36	1,32923E+36	3,32307E+35	4,1538E+34	1,5846E+29	3,8686E+25		
24		B	C	D	E	F	K	J	I	H	G		

Una vez organizados las columnas y las filas, se puede observar cada una de las familias de productos organizadas. Para el caso de los productos de Órtesis se originaron nueve familias, a las cuales se les aplicara el estudio de tiempos.

7.3.2 Estudio de tiempos por cronómetro. Para poder realizar este estudio de tiempos fue necesario hacer un seguimiento en cada uno de los procesos de producción para poder conocer sus métodos de trabajo, personal, maquinaria, entre otros

Para poder llevar a cabo esta tarea se contó con un cronómetro que la empresa brindó para facilitar la toma de tiempos, se realizó un formato que permitiera diligenciar los datos recopilados (Ver anexo C. Formato estudio de tiempos)

En primera instancia, se calculo el número de ciclos a registrar por medio de la tabla de tiempos expedida por la oficina internacional de trabajo, la cual indica el número de ciclos a tomar, según el tiempo ciclo en minutos del proceso a estudiar.

Tabla 8. Tamaño de la muestra en estudios de tiempos por cronómetro

TIEMPO DEL CICLO EN MINUTOS	NUMERO DE CICLOS RECOMENDADO
Hasta 0.10	200
Hasta 0.25	100
Hasta 0.50	60
Hasta 0.75	40
Hasta 1.00	30
Hasta 2.00	20
Hasta 5.00	15
Hasta 10.00	10
Hasta 20.00	8
Hasta 40.00	5
Hasta mas de 40.00	3

Fuente: ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Primera edición. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Universidad Industrial de Santander. 1999. Página: 152

Para el presente caso se opto por tomar 10 ciclos ya que por lo general tiempo promedio de cada proceso que se lleva a cabo en el taller de producción tiene un rango de 10 a 15 minutos.

Se procedió a tomar los tiempos con cronometro de vuelta a cero y se registraron en una plantilla de Excel, donde de les asigno la valoración de acuerdo al ritmo de trabajo del operario para obtener el tiempo normalizado. De acuerdo a la OIT fueron asignados los suplementos de descanso y necesidades personales, finalmente se asigno un 5% de contingencias. (Ver Anexo D. Registro de toma de tiempos)

8 IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS

8.1 MEJORAS PROPUESTAS

De acuerdo a la situación actual que presenta el proceso de producción de Órtesis, y basados en las técnicas de mejoramiento de procesos, aplicadas en el capítulo anterior, se evidencia una serie de aspectos considerados opciones de mejora para el proceso general

Según el diagrama de recorrido efectuado, se puede evidenciar que el área de producción de Órtesis no cuenta con una buena distribución de planta y orden adecuado en los puestos de trabajo, lo cual da oportunidad para plantear una redistribución de los puestos de trabajo y una aplicación de la técnica de 5 S para darle mayor organización y limpieza al taller.

Por otro lado la ausencia de una herramienta de costos, brinda la oportunidad de proponer la creación de la misma, ya que es relevante para toda empresa saber cuanto le cuesta fabricar un producto.

De acuerdo a lo anterior se propone realizar las siguientes mejoras para darle mayor rendimiento a la fabricación de Órtesis:

- Realizar una nueva distribución de planta para el área de producción de Órtesis con el fin de que las maquinas equipos y puestos de trabajo estén ubicados de acuerdo al proceso de fabricación de Órtesis
- Reubicar las instalaciones del departamento de Órtesis en el tercer piso de la compañía con el fin de que el área de producción ejecute sus labores operativas distantes de las oficinas, con el fin de no perturbar las operaciones administrativas
- Programar jornadas de 5 S con el fin de generar mayor orden y aseo en el taller, ya que actualmente se generan ciertos despilfarros de recursos que se pueden evitar con una mayor organización
- Diseñar una herramienta de costos que le permita al departamento de Órtesis conocer el costo de fabricación de sus productos, para que pueda tener un mayor poder de decisión fundamentada en cuanto al precio de venta de los productos.

8.2 MEJORAS IMPLEMENTADAS

8.2.1 Implementación 5S. La puesta en marcha de la técnica de 5S se implemento en primera instancia realizando una charla de sensibilización hacia los trabajadores directos del área de producción de Órtesis, donde se realizo una presentación donde se hablo de los despilfarros, desperdicios, y cada una de las etapas de las 5S. (Ver anexo E. Diapositivas implementación 5 S)

Una vez sensibilizado el personal, se aplicó la primera y segunda fase de la técnica las cuales hacen referencia al despejar y ordenar respectivamente. Para comenzar a despejar y ordenar el taller fue necesario realizar una clasificación de lo implementos de trabajo, en cual por medio de un papel se colocaba la frecuencia de uso de la herramienta y la maquina. Etiquetado cada una de las herramientas del taller se reubicó de acuerdo su frecuencia de uso.

Imagen 13. Despeje y orden de herramientas

Antes



Después



Ordenado y despejado cada uno de los puestos de trabajo y el taller en general se procedió a realizar la limpieza al taller, en la cual se elimino todo polvo, grasa y todo tipo de sustancia y materiales que aportaba a que el taller se viera sucio

Imagen 14. Implementación 5S Taller

Antes



Después



Por ultimo se aplicó la fase cuarta y quinta la cual se refiere a la disciplina y al estado de limpieza. Para implementar esta etapa se realizo un formato para controlar la desorganización de los puestos de trabajo. Este se aplica cada tres días para evaluar que tan sucio o desordenado se encuentra cada uno de los sitios de trabajo. El formato es diligenciado por el director técnico del taller. (Ver anexo F. Lista de chequeo 5 S)

Imagen 15. Implementación 5S a puestos de trabajo

Antes



Después



8.2.2 Implementación de redistribución de planta. Para realizar la redistribución de planta, se le sugirió a la gerencia, que era conveniente trasladar el área de producción hacia el tercer piso de las instalaciones, con el fin de tener un área más amplia y cómoda para el desarrollo del trabajo.

La manifestación por parte de la empresa fue positiva aceptando la petición de traslado y apoyando por completo la idea. Cabe resaltar que los gastos generados por el traslado fueron cubiertos en su totalidad por la empresa.

Conforme a lo anterior fue necesario realizar el levantamiento del plano del tercer piso para conocer claramente el espacio y planear de una forma adecuada el traslado del taller. (Ver anexo G. Plano inicial tercer piso)

Teniendo el plano del sitio donde se va reubicar el taller y conociendo las áreas actuales de cada puesto trabajo y proceso productivo, es necesario saber la frecuencia del producto por cada área de trabajo del taller. Esto con el fin de introducir las frecuencias al programa FLap (Facility layout program) el cual ayudara a realizar la redistribución de planta.

Imagen 16. Ingreso de áreas

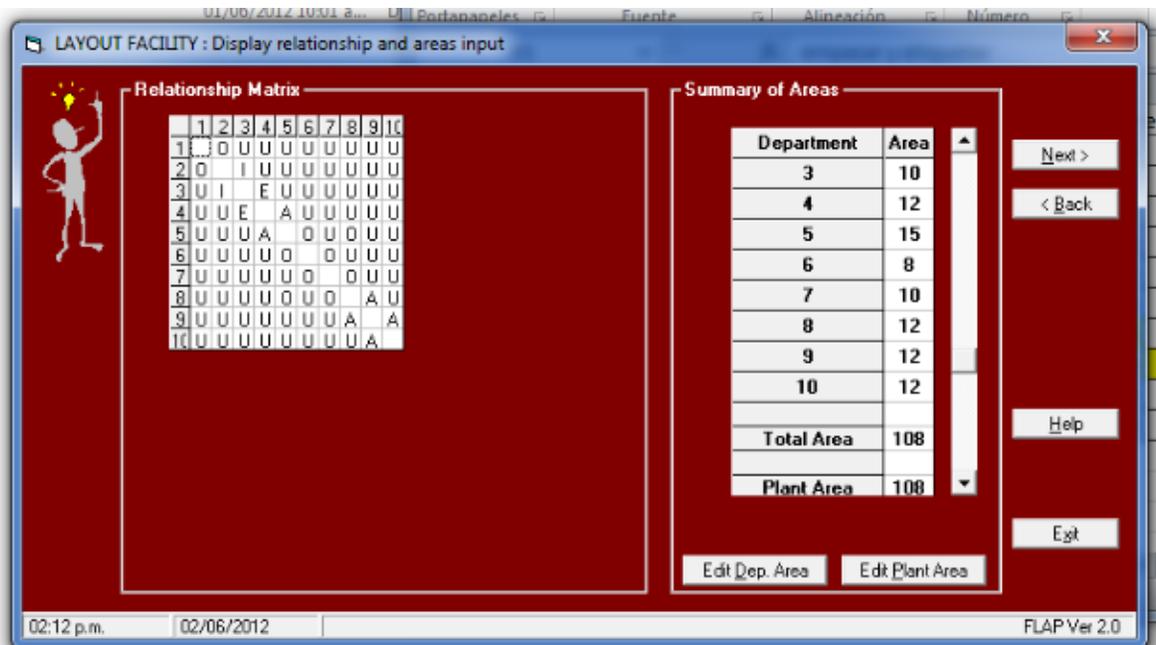
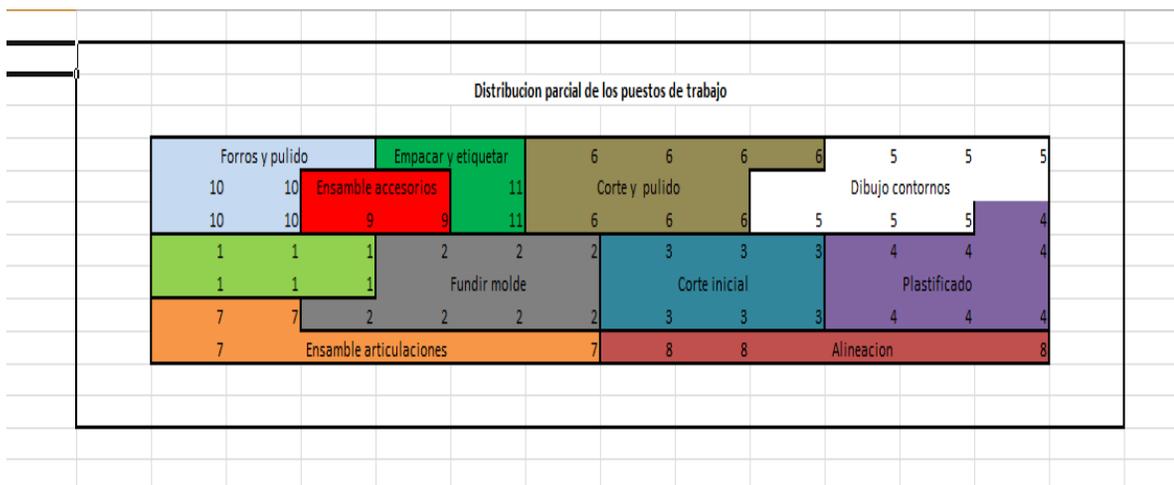


Imagen 17. Frecuencias de los procesos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		0	Fundir	Rectific	plastic	Dibuj	Corte,	Ensam	Aline	ensam	Forros	empacar y etiquetar		
2	Fundir el molde	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
3	Rectificado molde	52	0	78	0	3	0	0	0	0	0	2		
4	plasticado	0	78	0	101	0	0	0	0	0	0	3		
5	Dibujo contornos	0	0	101	0	103	0	0	0	0	0	4		
6	Corte, pulido	0	0	0	103	0	44	5	61	7	2	5		
7	Ensamble articulaciones	0	0	0	0	44	0	44	0	0	0	6		
8	Alineacion	0	0	0	0	5	44	0	49	0	0	7		
9	ensamble accesorios	0	0	0	0	61	0	49	0	106	6	8		
10	Forros, acabado	0	0	0	0	7	0	0	106	0	113	9		
11	empacar y etiquetar	0	0	0	0	2	0	0	0	113	0	10		
12														

Una vez obtenidos los datos de frecuencia de cada uno de los productos se introducen al programa. Luego se introducen el área cuadrada que ocupa cada puesto de trabajo y arroja la siguiente solución.

Imagen 18. Puestos redistribuidos



Teniendo claro la forma de la cual debe ir cada puesto de trabajo se realiza un plano donde se pueda plasmar la distribución arrojada por el software FLAP. (Ver anexo H. Nueva distribución taller de Órtesis)

Se puede notar que el área donde se ubicara el taller es mas amplia, además se observar un flujo mas claro, donde cada puesto de trabajo esta delimitado y

ubicado estratégicamente para disminuir desplazamientos y accidentes de trabajo lo cual disminuye despilfarros.

8.3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ESTRUCTURA DE COSTOS

Para Diseñar una estructura de costos para la línea de Órtesis, se decidió realizar un costeo tradicional. Como el departamento de Órtesis tiene un portafolio de 110 productos se decidió seleccionar las ventas de tres meses para observar los productos de mayor rotación. Realizado lo anterior, se observó que de 110 productos 50 eran los que tenían una rotación significativa. Por tanto se optó por la opción de costear 50 productos

Para dar inicio, hubo la necesidad de crear una base de datos de todos los productos que se consumen en el área de producción. Creada la base de datos de datos de insumos y materias primas, se realizaron familia de productos de cada uno de los insumos y materias para primas con el fin de codificarlos y a futuro poder llevar un control más estricto sobre estos.

Finalizada la base de datos, se indagó con los operarios del taller las cantidades de materias primas e insumos consumidos por cada producto de Órtesis.

Obtenida la información del consumo per cápita de cada producto de Órtesis, se plasmó dicha información en una hoja de Excel para ser procesada y organizada para crear la herramienta de costo.

Luego de saber por completo los consumos de materia prima, se agrega la información de los tiempos de fabricación de cada producto. Estos tiempos de fabricación fueron obtenidos por el estudio de tiempos realizado.

Una vez consolidada toda la información respecto a materia prima directa y tiempos de fabricación se procede a hallar los costos de fabricación. Cabe notar que en la compañía se maneja una política interna, que consiste en que los CIF son iguales al 20% del consumo de materia prima por producto.

Ya hallado el costo de materia prima directa, de fabricación y CIF, se procede a realizar la sumatoria de los tres costos para obtener el costo total por producto.

Para tener mayor información acerca de la estructura de costos creada ver anexo 10

CONCLUSIONES

- LH S.A.S brindo toda su ayuda y apoyo para que este trabajo pudiera realizarse y a su vez se pudieron identificar los problemas que actualmente presenta el área de producción y se dejaron implementadas unas mejoras para su buen funcionamiento.
- Mediante el diagnostico de la situación inicial, se pudo conocer de forma mas detallada el ciclo productivo de las Órtesis. Además se detectaron escenarios como, puestos de trabajo ubicados de forma incorrecta, desorganización en los sitios de trabajos, volumen significativo de desplazamientos por parte de los operarios, ausencia de un flujo definido de los productos, entre otros aspectos organizativos y técnicos de interés para la compañía. A partir de los cuales fueron planeadas y desarrolladas actividades de mejoramiento.
- La realización de diagrama de operaciones permitió reconocer en primera instancia el proceso productivo, así como el plano de la planta permitió reconocer la ubicación de cada una de las maquinas. Estos elementos fueron fundamentales para el estudio de tiempos y para la nueva distribución de planta.
- Gracias a la implementación de las 5S los puestos de trabajo hoy en día son mucho más organizados y limpios, trayendo como consecuencia disminuciones en despilfarros de tiempo ya que hoy por hoy no se extravían tan frecuentemente las herramientas como lo era anteriormente.
- A través de la obtención de las frecuencia de los procesos de fabricación por la cual pasa cada una de las Órtesis elaboradas y a la realización del plano inicial del taller, se pudo realizar una nueva distribución planta por medio del programa FLAP_V2.0 de la universidad de Texas A&M. El cual arrojo la secuencia de ubicación de cada puesto de trabajo para la realización del diseño final para el taller de Órtesis.
- Se crearon familias de productos para realizar la toma tiempos, el cual permitió hacer una labor mas eficiente, ya que disminuyo y facilito el tiempo empleado para la ejecución del estudio.

- El estudio tiempos permitió a la empresa hallar los tiempos de fabricación de cada de los productos de Órtesis y corroborar las nociones de los tiempos de determinados procesos. Además también fue fundamental para el calculo de los costos de mano de obra.
- Se realizo propuesta del diseño de una herramienta costos en Excel, en la cual se codificaron las materia primas utilizadas, los procesos de manufactura y se recolectaron datos de consumo para la fabricación los productos elaborados en taller con el fin de tener información organizada y dinámica con el objeto de calcular costo unitario de los productos elaborados en el taller de Órtesis.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la gerencia de la empresa seguir con la implementación de 5 S con fin de promover el aseo y orden del taller y así no ocasionar más despilfarros de tiempo por cuestiones de desorganización.

Establecer un programa continuo de capacitaciones que brinde a los empleados la formación adecuada para perseverar en el reconocimiento de oportunidades de mejora y sean capaces de dar sus propias evaluaciones a circunstancias establecidas.

Realizar auditorias internas en la línea de fabricación de Órtesis, con el fin de verificar el cumplimiento de los procedimientos establecidos, y de tal forma poder controlar y evaluar objetivamente el desempeño del departamento.

Incluir todos los productos restantes de la línea de Órtesis ofrecida, con el fin de tener una herramienta de costos más robusta y completa para tener información relevante para la toma de decisiones

Se sugiere a la empresa en general, obtener la certificación de calidad ISO 9000, con el fin de documentar, estandarizar procesos internos de la organización. Además la certificación le bridaría mayor reconocimiento y valor agregado a sus productos

Por ultimo se le sugiere a la empresa programar mantenimiento preventivo trimestralmente a cada una de las maquinas del taller con el fin de garantizar su buen funcionamiento y así evitar y disminuir las paradas no programadas de maquinas.

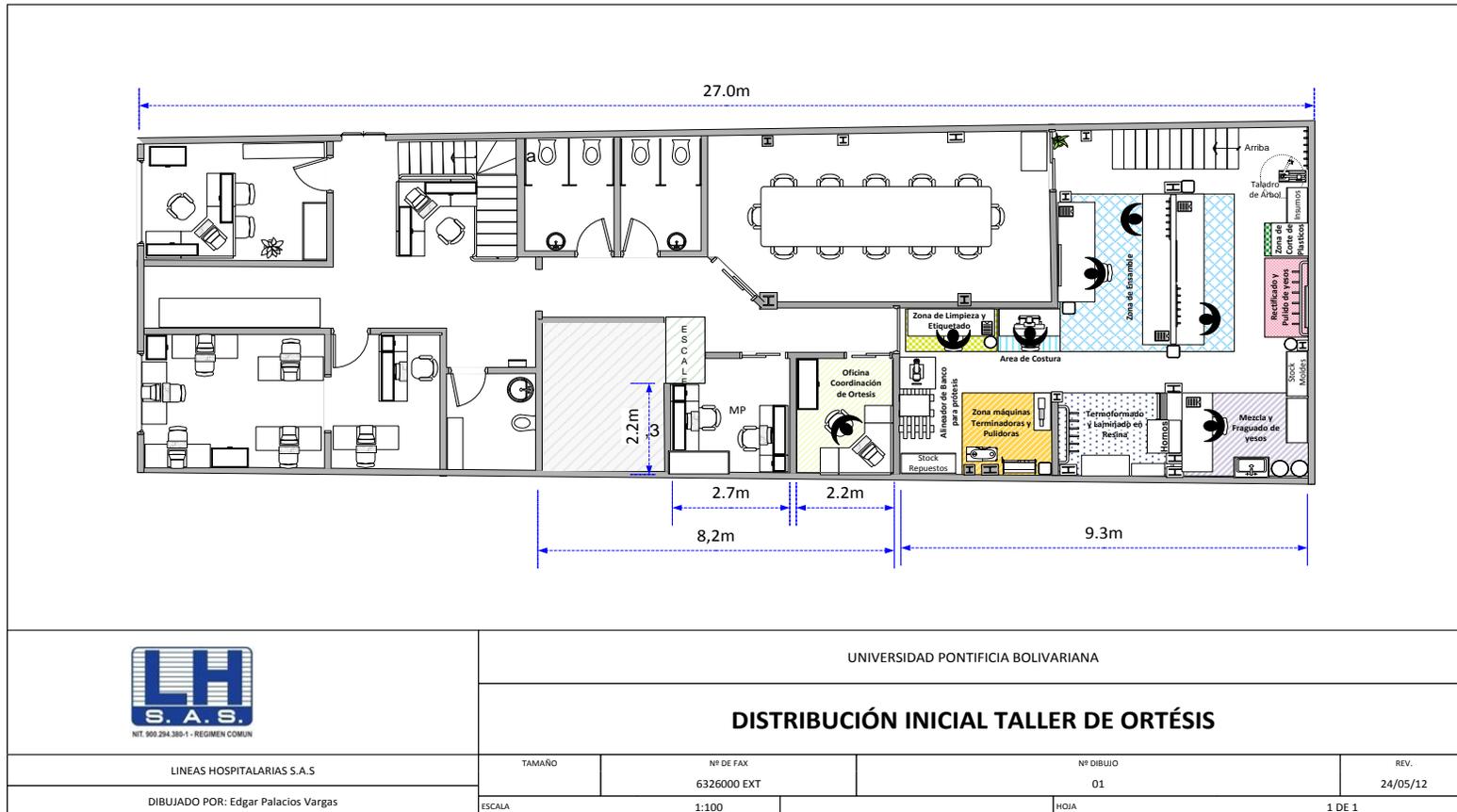
BIBLIOGRAFÍA

- CABEZA, Gustavo. Sistema de gestión 5 S. [on line] [citado 22 de Marzo de 2012]. Disponible en internet :<http://gfcabeza.com/2011/03/>
- Chase Aquilano. Dirección y administración de la producción y de las operaciones. Sexta edición McGRAW-HILL. Pág. 67.
- Chase Aquilano. Dirección y administración de la producción y de las operaciones. Sexta edición McGRAW-HILL. Pág. 457.
- GARCIA SANTOS, Javier. Organización de la producción I, diseño y mejora de procesos productivos. España. Tercera edición. 2003. Página 66- Página 67.
- GORBANEFF, Yuri. Problemas, experimentos, juegos de roles para pensamientos administrativos (2011). Extraído desde: <http://ebooks-espanol.com/sample/76773/problemas-experimentos-juegos-de-roles-para-pensamiento-administrativo>
- Instituto Aragonés de Fomento (2000). Eliminación de despilfarros. Extraído desde:http://www.fvq.es/Archivos/Publicaciones//f5764591ffguia_despilfarros.pdf
- Instituto tecnológico de ciudad Juárez. Técnicas utilizadas para el estudio de tiempos: un análisis comparativo (2005). Extraído desde: <http://www2.uacj.mx/IIT/CULCYT/noviembre-diciembre2005/4Tiempos.pdf>
- LIKER, Jeffrey K. Las claves del éxito de Toyota. Nueva York: Mc Graw Hill, 2004. Pagina 63.
- LOPEZ, Carlos. El estudio de tiempos y movimientos (2001). Extraído desde:
 - <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%2010/tiemposymovimientos.htm>
- Rudiger Von Sanden, Depto. De Prod. Industrial, Facultad de Ingenierías, Udela. Administración de Operaciones. Pág. 3.

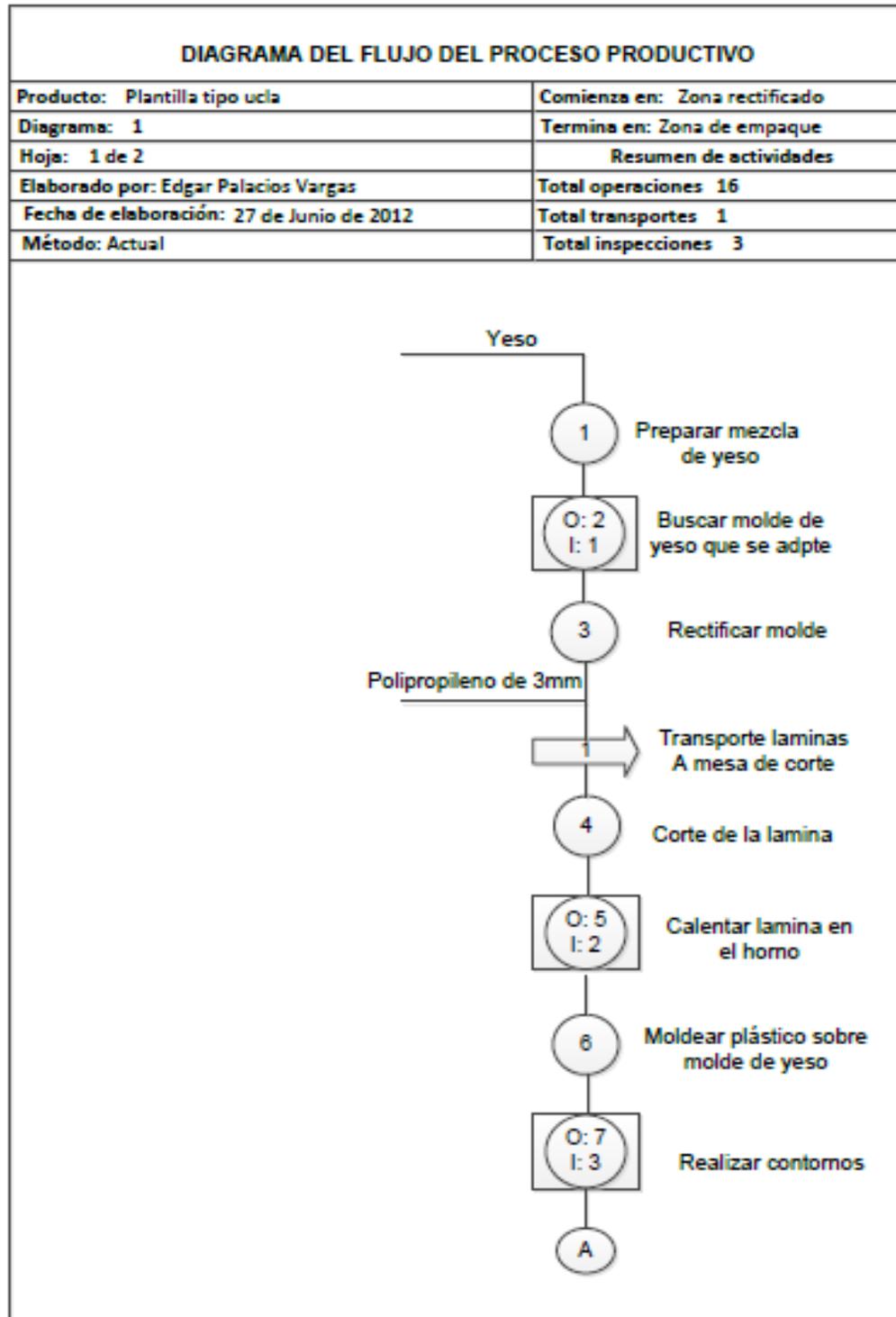
- ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Primera edición. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Universidad Industrial de Santander. 1999. Páginas: 23, 24, 27,28. 143. 160, 161
- Organización internacional del trabajo. Introducción al estudio de métodos y selección del trabajo. [on line] [citado 22 de Marzo de 2012]. Disponible en internet:
- PABON; Barajas Hernán. Fundamentos de costos. Ediciones UIS. 2003. Pág. 20-22 29-32
- Universidad nacional de Trujillo. Evolución del estudio del trabajo. Extraído desde: <http://www.slideshare.net/velezmoro123/evolucion-del-estudio-del-trabajo>
- <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones/lecturas/EstudioProcesos/estudiometodos.pdf>
- WOMACK, James P. and JONES, Daniel T. Lean thinking. 2003. Pagina: 219.
- Kaizen en Toyota, 2008. Extraído desde: <http://rav4.mforos.com/1078744/7516650-kaizen-en-toyota/>

ANEXOS

ANEXO A. DISTRIBUCIÓN INICIAL TALLER DE ÓRTESIS



ANEXO B. DIAGRAMAS DE FLUJO PROCESOS DE PRODUCCIÓN.



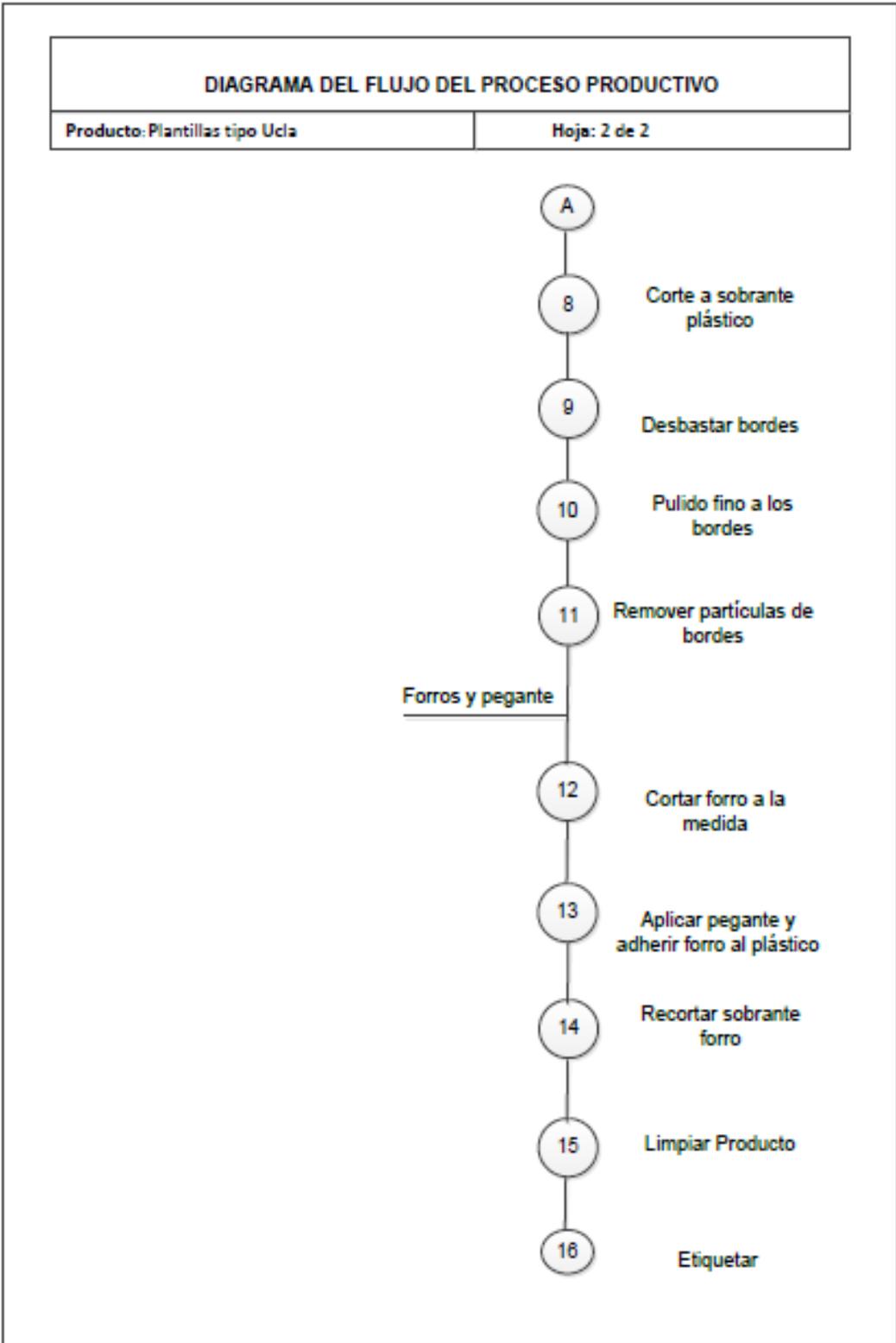


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Producto: Plantillas	Comienza en: Zona de corte
Diagrama: 2	Termina en: Zona de empaque
Hoja: 1 de 1	Resumen de actividades
Elaborado por: Edgar Palacios Vargas	Total operaciones 7
Fecha de elaboración: 27 de Junio de 2012	Total transportes 1
Método: Actual	Total inspecciones 1

Microporosa de 3 y 15 mm

Olimpo y pegante

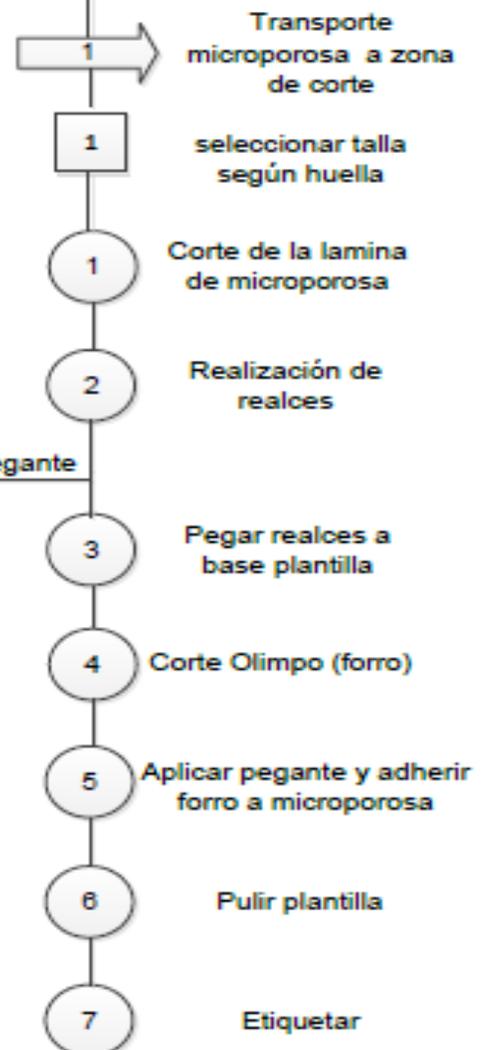


DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO

Producto: Férula de Milgram	Comienza en: Zona de corte
Diagrama: 3	Termina en: Zona de empaque
Hoja: 1 de 2	Resumen de actividades
Elaborado por: Edgar Palacios Vargas	Total operaciones 13
Fecha de elaboración: 27 de Junio de 2012	Total transportes 1
Método: Actual	Total inspecciones 3

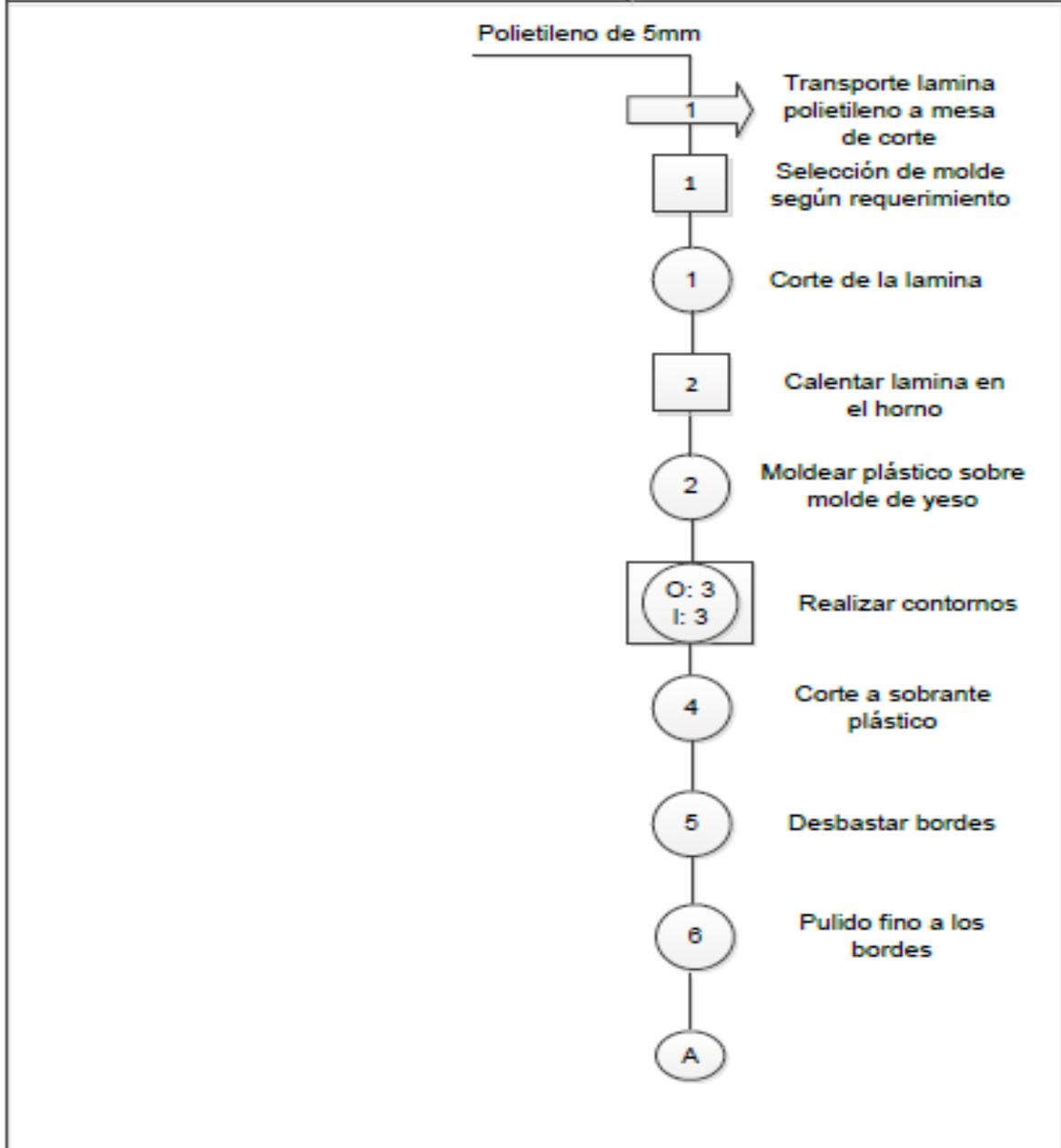


DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO

Producto: Milgram

Hoja: 2 de 2

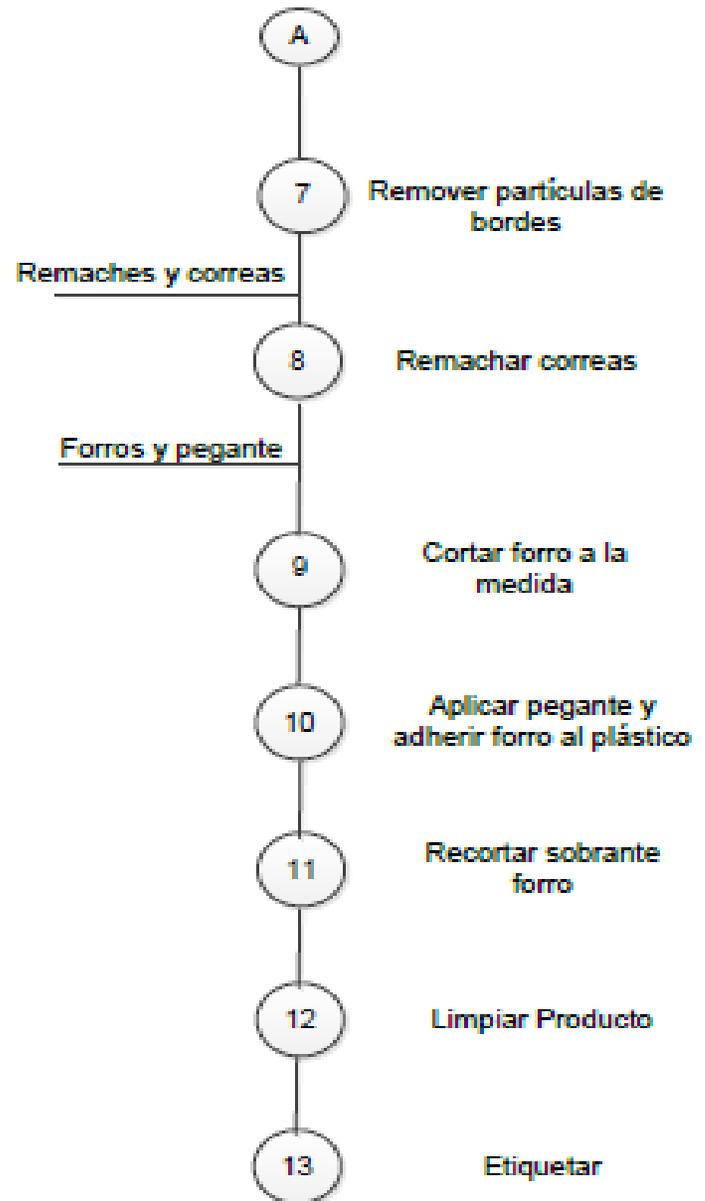


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Producto: Ferulas para MMII sin articulación	Comienza en: Zona de yesos
Diagrama: 4	Termina en: Zona de empaque
Hoja: 1 de 2	Resumen de actividades
Elaborado por: Edgar Palacios Vargas	Total operaciones: 17
Fecha de elaboración: 27 de Junio de 2012	Total transportes: 2
Método: Actual	Total inspecciones: 3

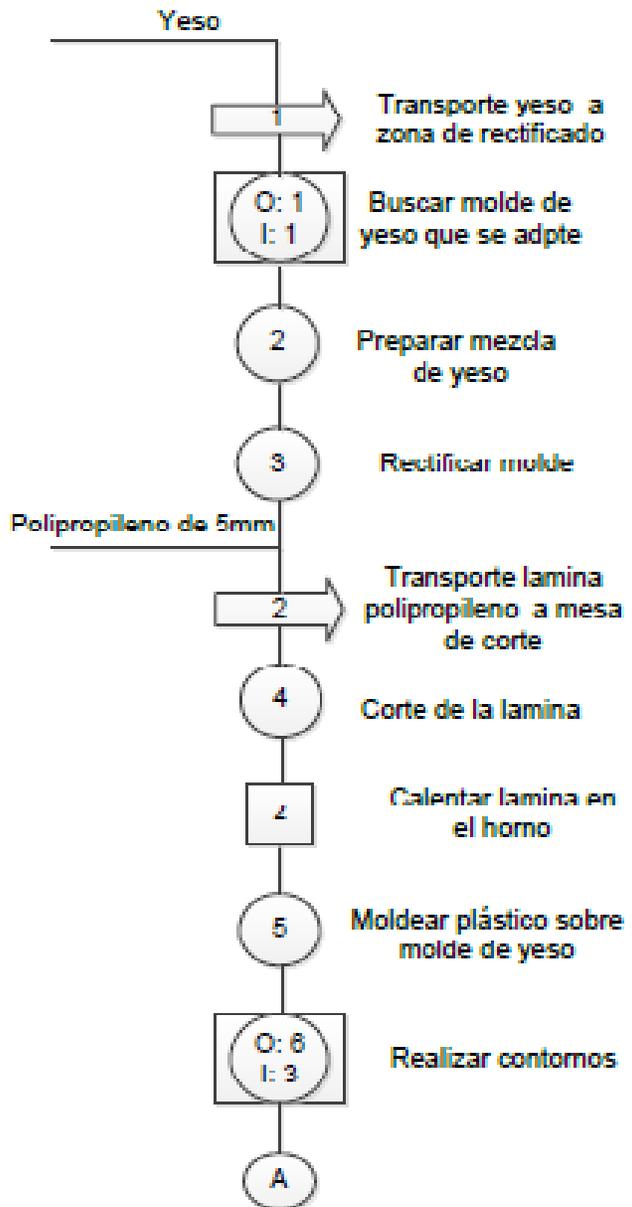


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Producto: Ferulas para MMII sin articulación | Hoja: 2 de 3

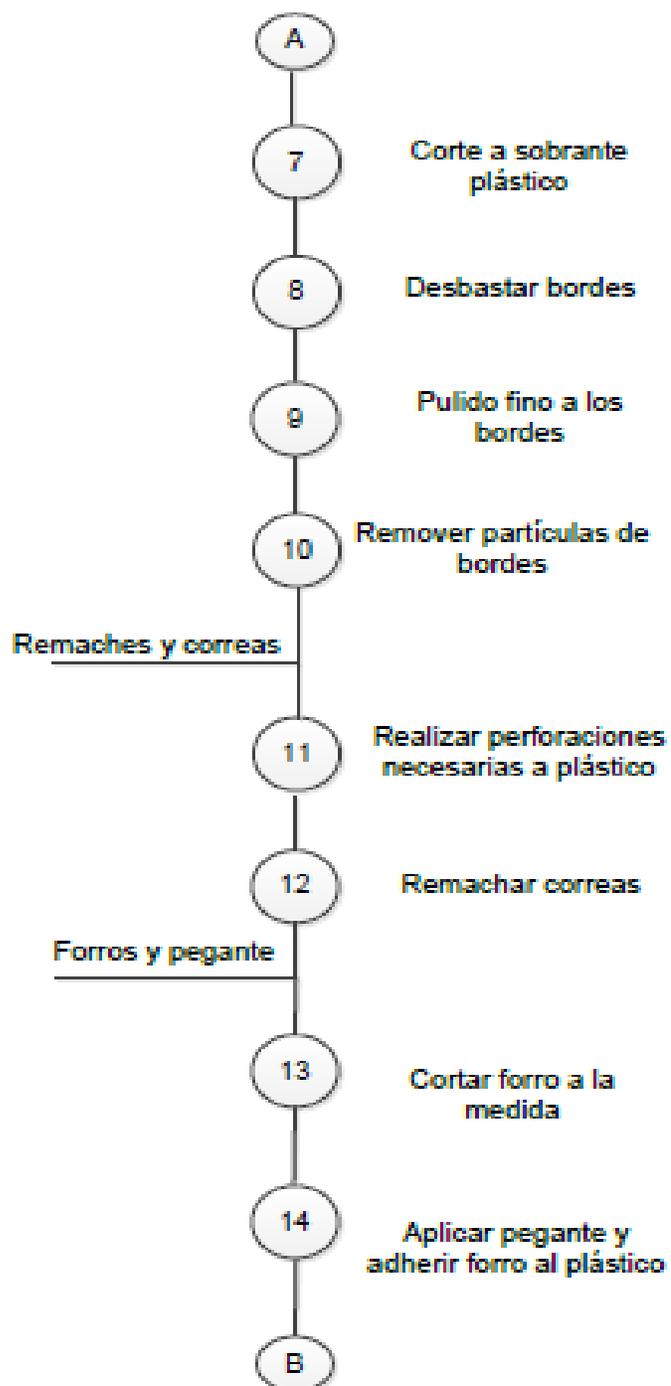


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Producto: Ferulas para MMII sin articulación Hoja: 3 de 3



DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Producto: Dennis Brown	Comienza en: Zona de corte
Diagrama: 5	Termina en: Zona de empaque
Hoja: 1 de 1	Resumen de actividades
Elaborado por: Edgar Palacios Vargas	Total operaciones: 9
Fecha de elaboración: 27 de Junio de 2012	Total transportes: 1
Método: Actual	Total inspecciones

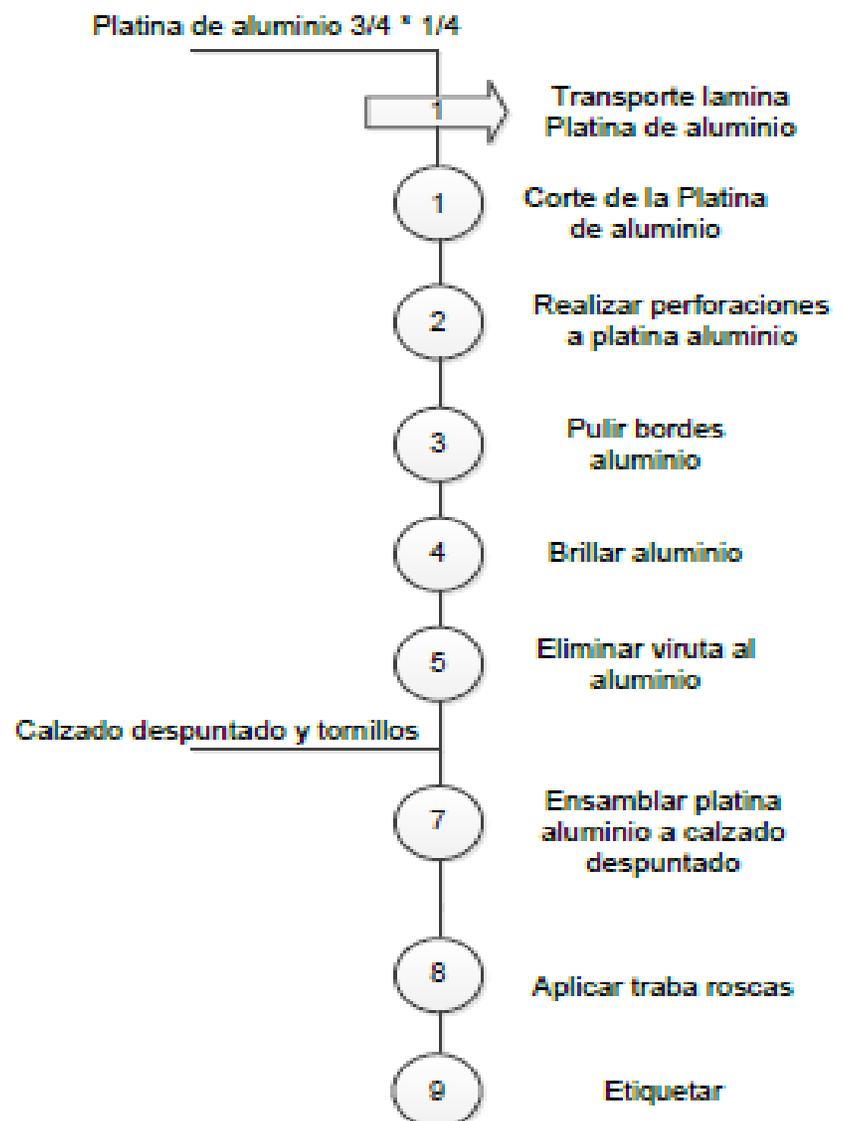


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Producto: Corsets simples	Comienza en: Zona de Corte
Diagrama: 6	Termina en: Zona de empaque
Hoja: Hoja 1 de 2	Resumen de actividades
Elaborado por: Edgar Palacios Vargas	Total operaciones: 13
Fecha de elaboración: 27 de Junio de 2012	Total transportes: 2
Método: Actual	Total inspecciones: 3

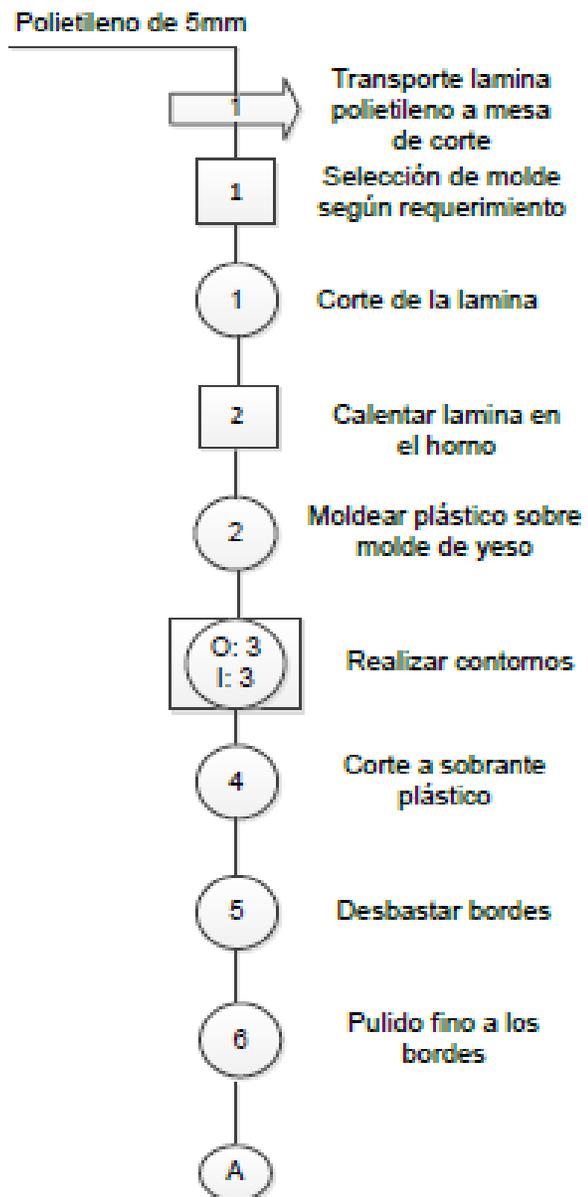


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Producto: Corssets simples

Hoja: 2 de 2

Remaches y correas

7

Realizar perforaciones necesarias a plástico

8

Remachar correas

Forros y pegante

9

Cortar forro a la medida

10

Aplicar pegante y adherir forro al plástico

11

Recortar sobrante forro

12

Limpiar Producto

13

Etiquetar

DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO

Producto: Braces ferulas para MMSS sin articulación	Comienza en: Zona de yesos
Diagrama: 7	Termina en: Zona de empaque
Hoja: 1 de 2	Resumen de actividades
Elaborado por: Edgar Palacios Vargas	Total operaciones: 17
Fecha de elaboración: 27 de Junio de 2012	Total transportes: 2
Método: Actual	Total inspecciones: 3

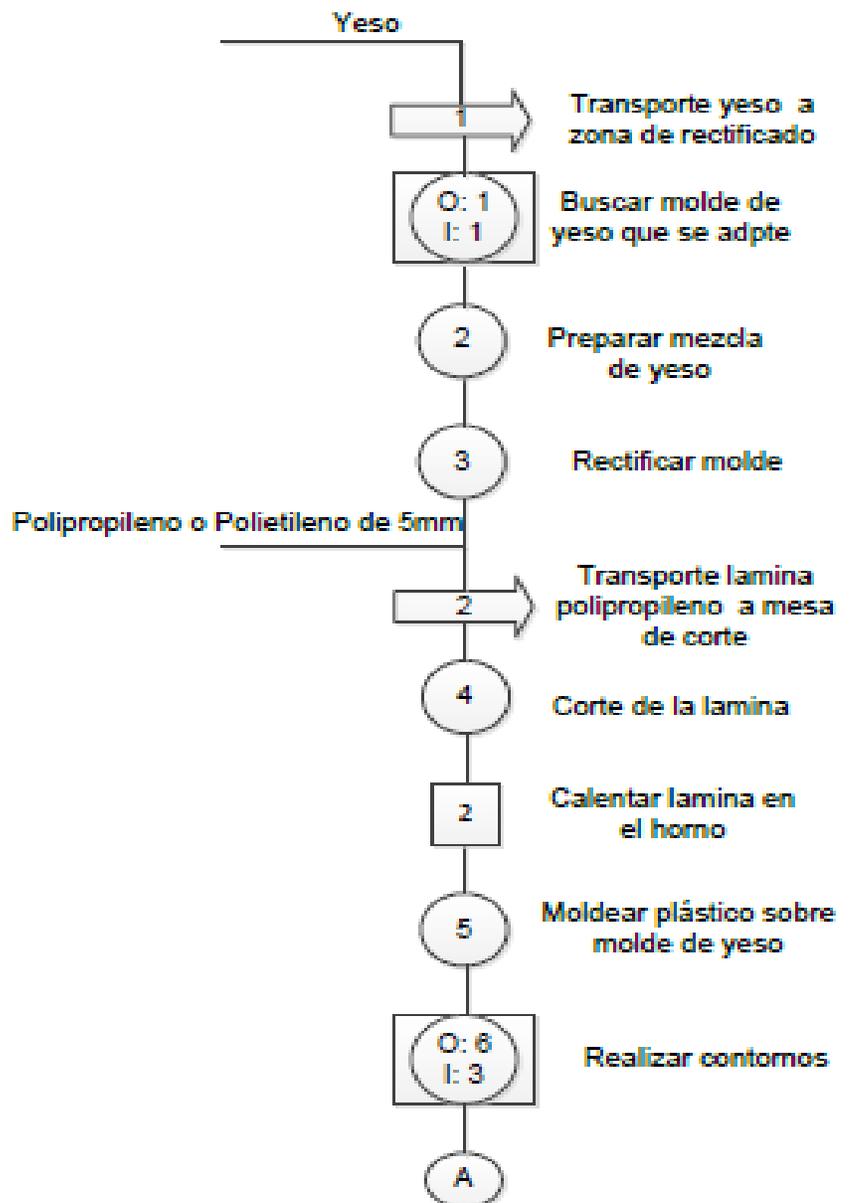


DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO

Producto: Braces ferulas para MMSS sin articulación

Hoja: 2 de 3

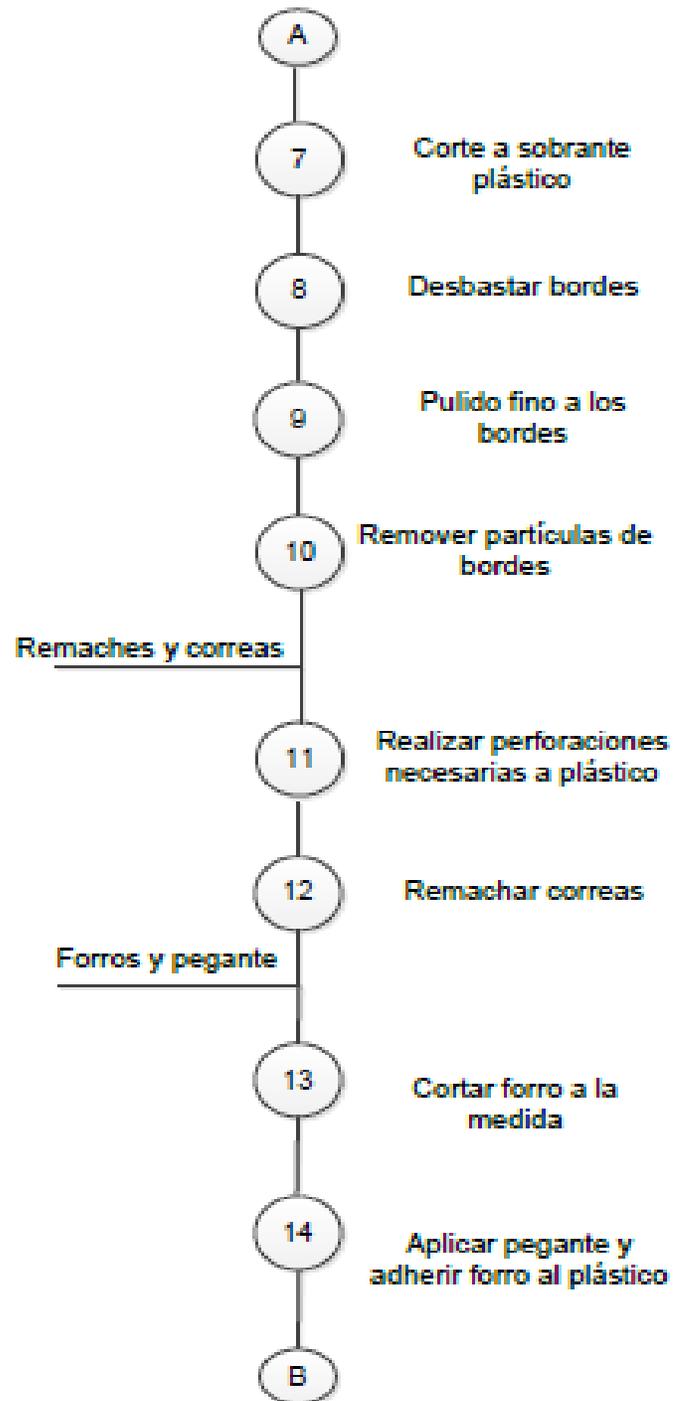


DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO

Producto: Braces ferulas para MMSS sin articulación

Hoja: 2 de 3



DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Producto: Aparatos y ferulas de MMII con articulación	Comienza en: Zona de yesos
Diagrama: 8	Termina en: Zona de empaque
Hoja: 1 de 3	Resumen de actividades
Elaborado por: Edgar Palacios Vargas	Total operaciones: 20
Fecha de elaboración: 27 de Junio de 2012	Total transportes: 2
Método: Actual	Total inspecciones: 2

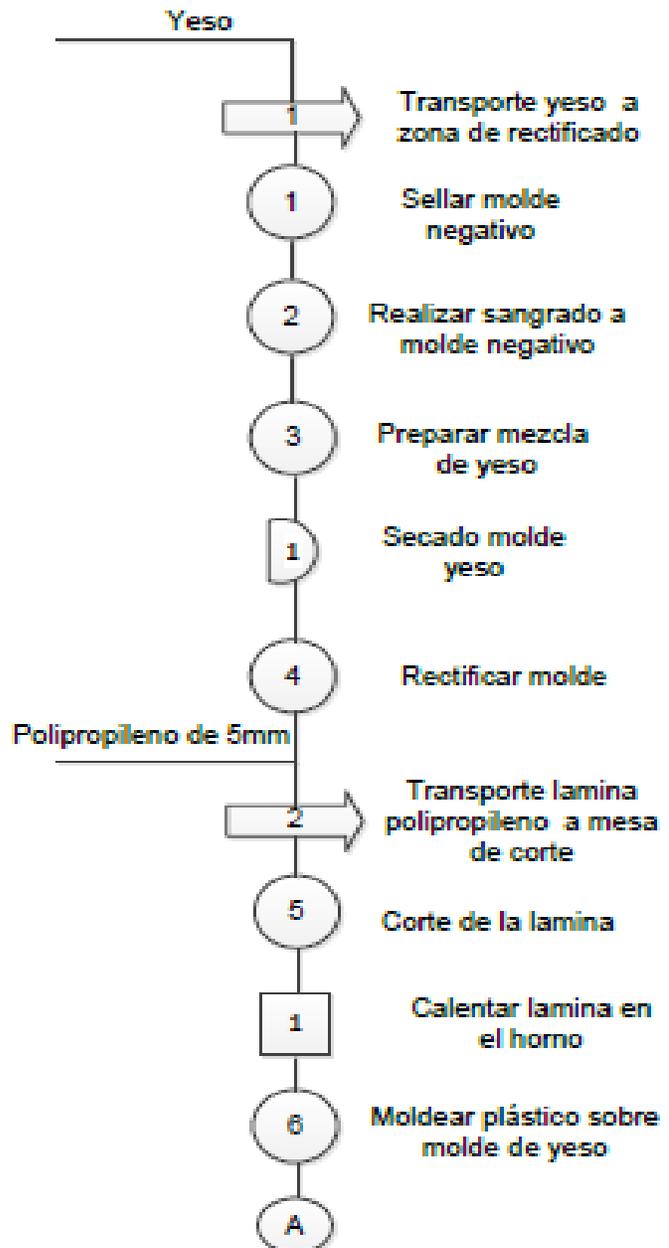


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Producto: Aparatos y ferulas de MMII con articulación

Hoja: 2 de 3

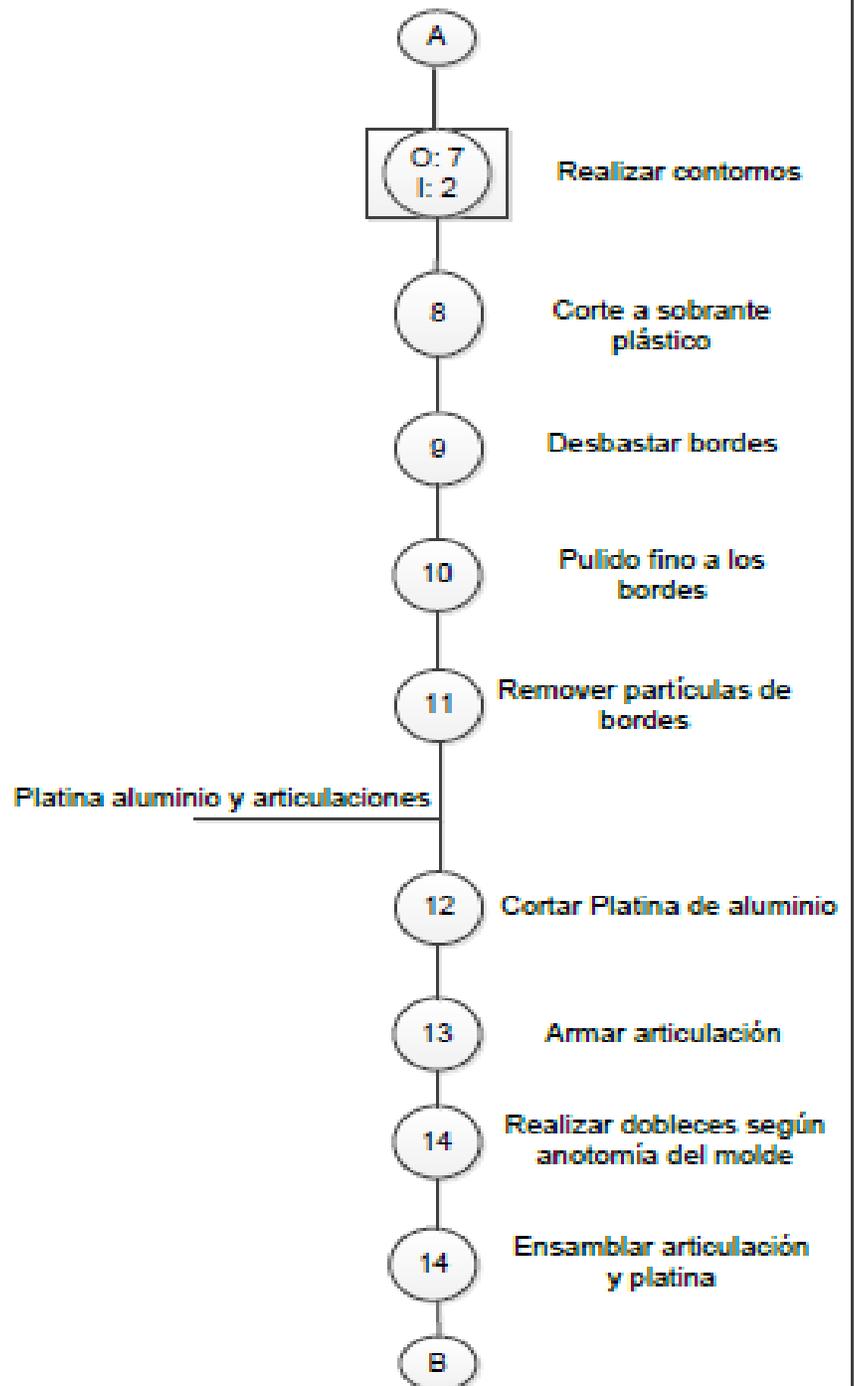


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Producto: Aparatos y ferulas de MMII con articulación Hoja: 3 de 3

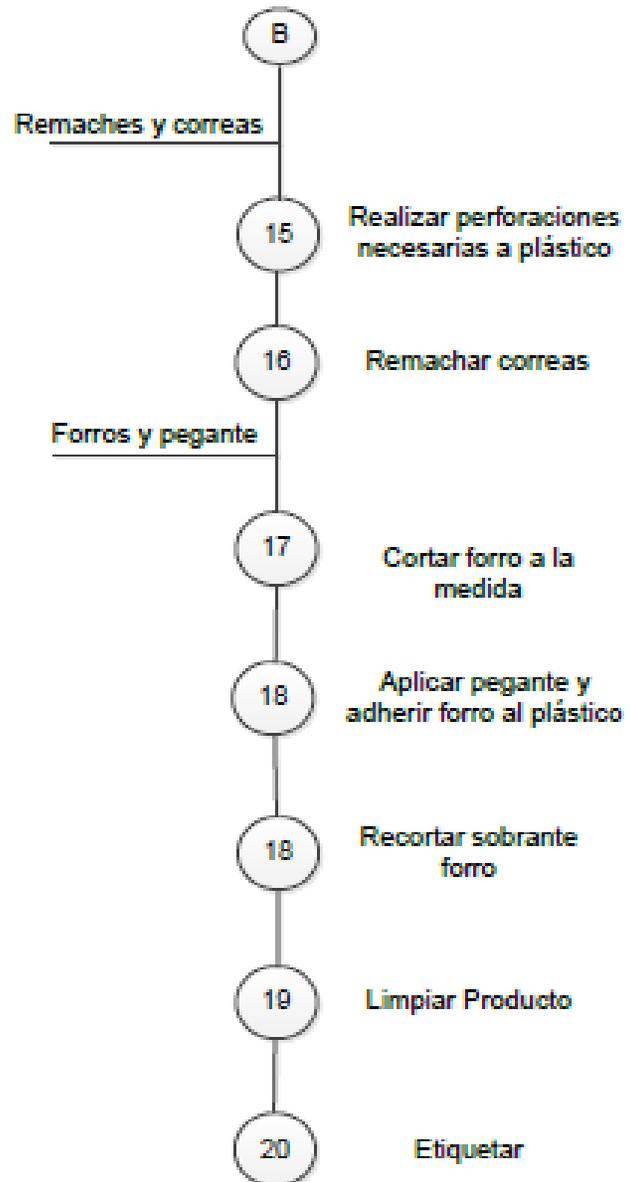


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Producto: Antigeno	Comienza en: Zona de corte
Diagrama: 9	Termina en: Zona de empaque
Hoja: 1 de 2	Resumen de actividades
Elaborado por: Edgar Palacios Vargas	Total operaciones: 11
Fecha de elaboración: 27 de Junio de 2012	Total transportes: 1
Método: Actual	Total inspecciones:

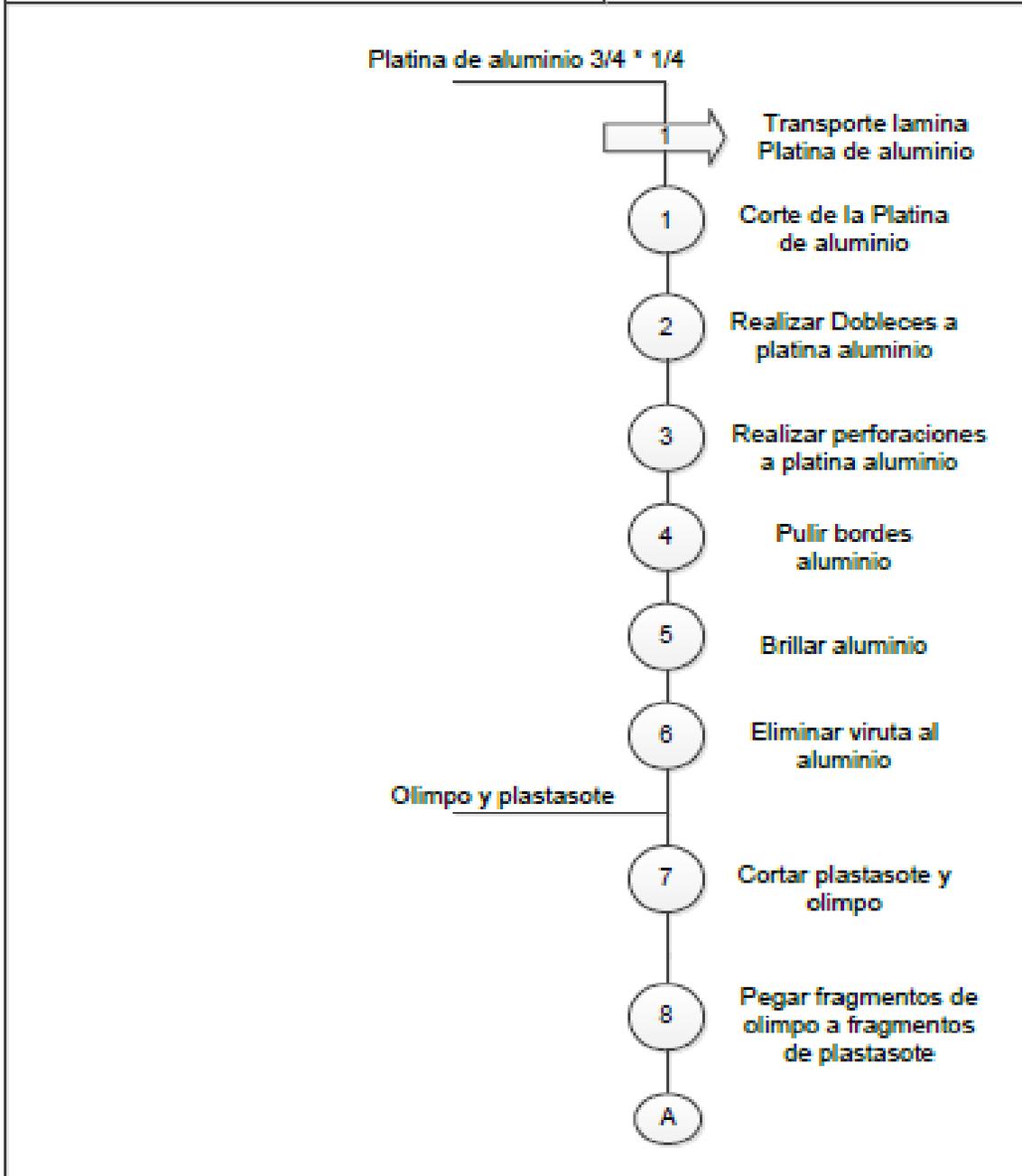
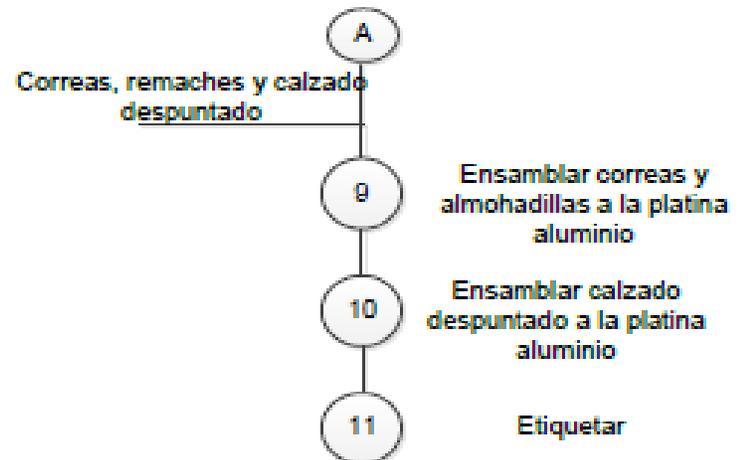


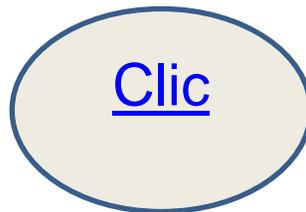
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Producto: Antigeno

Hoja: 2 de 2



ANEXO D. REGISTRO ESTUDIO DE TIEMPOS





Estrategia de las cinco eses

JAPONES	ESPAÑOL	CONCEPTO
整理, Seiri	Clasificación	Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil
整頓, Seiton	Orden	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
清掃, Seisō	Limpieza	Mejorar el nivel de limpieza de los lugares
清潔, Seiketsu	Normalización	Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden
躰, Shitsuke	Mantener la disciplina	Fomentar los esfuerzos en este sentido

Estrategia de las cinco eses

La metodología tiene como objetivo:

- Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal (es más agradable y seguro trabajar en un sitio limpio y ordenado)
- Reducir gastos de tiempo y energía.
- Reducir riesgos de accidentes o sanitarios.
- Mejorar la calidad de la producción.
- Seguridad en el trabajo.



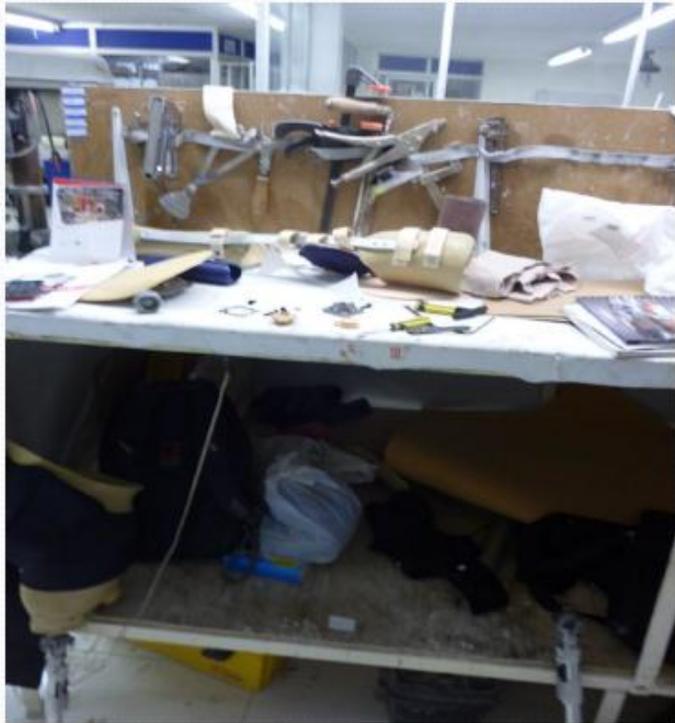
DESPEJAR



DESPEJAR



DESPEJAR



ORDENAR



ORDENAR



ANEXO F. LISTA DE CHEQUEO 5 S

			
Lista de chequeo 5 S			
Área : Ensamble	Operario:	Fecha:	
<p>Instrucciones: Para el diligenciamiento del presente formato tenga en cuenta el grado de cumplimiento de los factores descritos a continuación, donde 1 se refiere al menor grado de cumplimiento y 3 indica el mayor grado de cumplimiento</p>			
Factores	1	2	3
El área de trabajo esta libre de materiales innecesarios			
El lugar de trabajo se observan herramientas y equipos ubicados de acuerdo a su frecuencia de uso			
Los utensilios requeridos en el área de trabajo se encuentran ubicadas en los lugares previamente establecidos			
Los puesto de trabajo se encuentran despejados de objetos ajenos a los procesos que allí se realizan (como revistas, vasos, comida, llaves, ropa)			
Las herramientas requeridos en el área de trabajo están colocadas debidamente en el sitio definido y en las condiciones que permitan su uso en cualquier momento			
El piso, la estantería y ventiladores se encuentra libres de cualquier tipo de suciedad			
Los equipos y herramientas se encuentras en optimas condiciones de limpieza			

ANEXO I. SISTEMA DE COSTOS

