



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MEJORA EN LA EFICACIA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN DE PRENDAS
DE VESTIR EN MATEXSA**

Basilio de Jesús Velásquez Alvarado

Asesorado por el Ing. Edwin Danilo Gonzáles Trejo

Guatemala, septiembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA EN LA EFICACIA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN DE PRENDAS
DE VESTIR EN MATEXSA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

Basilio de Jesús Velásquez Alvarado

ASESORADO POR EL ING. EDWIN DANILO GONZÁLES TREJO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Inga. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Milbian Kattina Mendoza Méndez
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
EXAMINADORA	Inga. Rosa Amarilis Dubón Mazariegos
SECRETARIO	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MEJORA EN LA EFICACIA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR EN MATEXSA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 12 de febrero de 2015.

Basilio de Jesús Velásquez Alvarado

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero del 2020

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Su Despacho

Respetable Ingeniero Urquizú:

Por medio de la presente, me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que como Asesor de la Tesis del estudiante universitario **Basilio de Jesús Velásquez Alvarado** carné no. 2006-15134, he tenido a la vista el trabajo de graduación (Tesis) titulado "Mejora en la Eficacia del Proceso de Confección de Prendas de Vestir en MATEXSA" de la carrera de Ingeniería Industrial, el cual encuentro satisfactorio.

En virtud de lo expuesto con anterioridad, LO DOY POR APROBADO, solicitándole darle el trámite que corresponda.

Sin otro particular, firmo y sello el presente documento.


F. _____
Ing. Danilo González Trejo
Ingeniero Asesor

Ing. Danilo González Trejo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO 6182



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.023.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORA EN LA EFICACIA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR EN MATEXSA**, presentado por el estudiante universitario **Basilio de Jesus Velásquez Alvarado**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2021.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.087.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MEJORA EN LA EFICACIA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR EN MATEXSA**, presentado por el estudiante universitario **Basilio de Jesus Velásquez Alvarado**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4,272

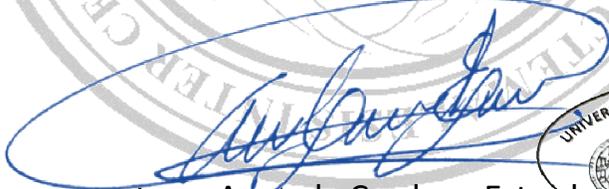
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2021.
/mgp

DTG. 430.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **MEJORA EN LA EFICACIA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN DE PRENDAS DE VESTIR EN MATEXSA**, presentado por el estudiante universitario: **Basilio de Jesús Velásquez Alvarado**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, septiembre de 2021

AACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Jesucristo	Por iluminar mi vida, ser un fiel compañero en este recorrido de preparación y culminar con satisfacción esta etapa de mi vida.
Mi madre	Rosario Alvarado Morales, por inspirarme un espíritu de persistencia, dedicación y apoyo incondicional.
Mi padre	Máximo Enrique Velásquez, por su apoyo en todo momento y aconsejarme con su espíritu de emprendedor.
Mis abuelos	Por ser modelos de vida a seguir, sus grandes lecciones de vida y proveerme de motivos más para persistir.
Mis tíos	Por apoyarme en todo momento.

AGRADECIMIENTOS A:

FIUSAC

Por ser más que una casa de estudios, llevándome inolvidables recuerdos y un sinfín de lecciones que me ayudaron a crecer personal y profesionalmente.

Ing. Danilo Gonzáles

Por su apoyo total al momento de asesorarme en la realización del presente trabajo de graduación.

Mata Textiles, S.A.

Por haberme dado la oportunidad de realizar el trabajo de graduación y por su apoyo en todo momento.

Guillermo Rendón

Por ser una persona alegre y carismática quien fue clave para poder iniciar el presente trabajo de graduación.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. La industria de la confección en Guatemala.....	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. División de la industria.....	4
1.1.3. Instituciones de apoyo al sector industrial de confección de exportación.	7
1.2. Mata Textiles, S.A.	7
1.2.1. Historia	8
1.2.2. Misión	9
1.2.3. Visión.....	9
1.2.4. Estructura organizacional	9
1.2.5. Ubicación.....	11
1.3. Eficiencia	11
1.3.1. Definición.....	11
1.3.2. Indicadores de eficacia y eficiencia	12
1.4. Reducción del tiempo de preparación por cambio de lote (técnica SMED)	13
1.5. Estudio de tiempos	14

1.6.	Balance de líneas.....	18
1.7.	Diagrama de operaciones de proceso.....	20
2.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	23
2.1.	Descripción de MATEXSA	23
2.1.1.	Áreas y subáreas	23
2.1.2.	Trabajadores	24
2.2.	Detalle de la producción.....	24
2.2.1.	Producción modular	24
2.2.2.	Producción por pedido	25
2.3.	Descripción de la maquinaria.....	25
2.3.1.	Maquinaria y equipo principal.....	25
2.3.2.	Maquinaria y equipo secundario.....	29
2.4.	Distribución de la Empresa MATEXSA	31
2.5.	Descripción de la fabricación de un lote de producción	32
2.6.	Cambio de estilos en prendas de vestir	35
2.7.	Situación actual de las líneas de producción	38
2.8.	Tiempos cronometrado, normal y estándar actual de producción.....	41
2.9.	Diagramas de operación de proceso actual.....	50
2.10.	Diagrama de recorrido de proceso actual	53
3.	PROPUESTA DE MEJORA	59
3.1.	Ingeniería del producto.....	59
3.1.1.	Secuencia de operaciones	60
3.1.2.	Mano de obra	62
3.1.3.	Materiales.....	64
3.1.4.	Materia prima	65
3.1.5.	Maquinaria.....	67

3.2.	Ingeniería de métodos	69
3.2.1.	Estudio de tiempos	69
3.2.2.	Tiempo cronometrado.....	74
3.2.3.	Tiempo normal.....	76
3.2.4.	Tiempo estándar.....	79
3.3.	Gestión de la producción	80
3.4.	Planificación de la producción	81
3.5.	Distribución de maquinaria en función del proceso de producción y estilo por confecciona.....	85
3.6.	Diagrama del proceso de producción	88
3.7.	Diagrama de multiprocesos	90
3.7.1.	Análisis del cambio de estilo por producir.....	90
3.7.1.1.	Aplicación de la técnica SMED	90
3.8.	Balance de líneas	95
3.9.	Herramientas para el control de la producción	99
3.9.1.	Control bihoral	99
3.9.2.	Control de lotes.....	101
3.9.3.	Control de eficiencia	102
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE LAS HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA EFICACIA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN	105
4.1.	Implementación de la planificación como herramienta para el control de la producción.....	105
4.2.	Implementación de la mejora de procesos a los estilos por confeccionar	111
4.3.	Aplicación del Método SMED	113
4.4.	Reducción del tiempo muerto de producción e incremento de la eficiencia en los procesos de producción	116

5.	MEJORA CONTINUA	121
5.1.	Capacitación del personal en las líneas de confección	121
5.2.	Control de calidad	126
5.3.	Mejoras de métodos.....	128
	CONCLUSIONES.....	131
	RECOMENDACIONES	133
	BIBLIOGRAFÍA.....	135
	ANEXOS.....	137

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Exportaciones en Guatemala	2
2.	Distribución del capital extranjero de confección	5
3.	Organigrama organizacional MATEXSA	10
4.	Mapa de ubicación geográfica MATEXSA	11
5.	Representación del tiempo estándar.....	18
6.	Fórmulas comunes en balances de líneas	19
7.	Plano de Mata Textiles S. A.	31
8.	DOP actual playera 503001	51
9.	DRP playera 503001	55
10.	Gráfica de selección del operario	71
11.	Esquema de playera cuello redondo estándar	72
12.	Distribución de maquinaria.....	87
13.	DOP playera tipo 405971	88
14.	Formulario de control de producción bihoral	100
15.	Formulario de control de producción propuesto	101
16.	Método de gráficos y cuadros línea modular 1	109
17.	Método de gráficos y cuadros línea 2	109
18.	Gráfico de unidades en las líneas de producción modulares	118
19.	Gráfico de eficiencia en las líneas de producción modulares.....	119
20.	Plan de capacitación del personal de líneas modulares	122
21.	Formato para el control de calidad en producción	127

TABLAS

I.	División del sector de confección nacional	6
II.	Simbología del diagrama de procesos.....	20
III.	Resumen de maquinaria de MATEXSA.....	26
IV.	Distribución de maquinaria en líneas de producción de bulto por talla.....	27
V.	Distribución de maquinaria por área	29
VI.	Distribución por talla de playeras.....	32
VII.	Traducción de hoja de especificación de costura	33
VIII.	Traducción de especificación de empaque.....	34
IX.	Especificación de tela e hilo.....	35
X.	Operarios por operación por línea modular	38
XI.	Tiempo cronometrado por operación	42
XII.	Tabla para el número de observaciones.....	43
XIII.	Tablas de <i>Westinghouse</i> para valoraciones	44
XIV.	Valoraciones seleccionadas para la operación investigada.....	45
XV.	Tiempo normal por operación	45
XVI.	Resumen del porcentaje de suplementos.....	47
XVII.	Tiempo estándar por operación	48
XVIII.	Operaciones iniciales.....	61
XIX.	Costos de mano de obra directa e indirecta	64
XX.	Materiales utilizados en playera.....	65
XXI.	Maquinaria utilizada por módulo	67
XXII.	Maquinaria requerida para la confección de la playera 405971.....	68
XXIII.	Tiempos para la selección de operario	70
XXIV.	Tiempo cronometrado para la elaboración de playera.....	73
XXV.	Estándares para número de observaciones	74
XXVI.	Tiempo cronometrado para la elaboración de playera 405971	75

XXVII.	Tabla de <i>Westinghouse</i> para valoraciones	76
XXVIII.	Valoraciones seleccionadas para la operación investigada	77
XXIX.	Tiempo normal de las operaciones para playera 405971.....	78
XXX.	Tiempo estándar por operación	79
XXXI.	Detalle de playeras a confeccionar por estilo.....	80
XXXII.	Determinación del stock en proceso en cantidad de prendas	82
XXXIII.	Programación y control diario.....	84
XXXIV.	Operaciones y máquinas para línea modular.....	85
XXXV.	Diagnóstico inicial para implementar SMED	93
XXXVI.	Tiempos actuales de cambio.....	95
XXXVII.	Balance de líneas basado en tiempos estándares	96
XXXVIII.	Pedido de playeras a confeccionar	108
XXXIX.	Tiempos de cambio con SMED implementado	116
XL.	Playeras producidas por día.....	117
XLI.	Eficiencia de producción por día	118

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Almacenamiento
	Combinada
	Demora
	Inspección
	Operación
%	Porcentaje
	Transporte

GLOSARIO

<i>Clean Finish</i>	Terminado especial en prendas que permite costuras limpias.
<i>Collaretera</i>	Máquina de confección para que en el anverso de la pieza realice una puntada doble recta y en el reverso una puntada de collarete.
<i>Full Package</i>	Paquete de producción completo en el área de confección de prendas de vestir.
<i>Foil reflective</i>	Tela tejida reflectiva especial para prendas de vestir.
<i>Hangtag</i>	Etiqueta colocada en las prendas de vestir terminadas
<i>Overlock</i>	Máquina de confección usada para unir piezas; puede ser de tres o cinco hilos.
PYMES	Pequeña y mediana empresa.
<i>Rib</i>	Tela elástica utilizada para cuellos, puños y otras costuras elásticas.
Sublimado	Personalización de prendas de vestir por medio de impresión directa en el tejido.

RESUMEN

El trabajo de graduación se realizó en el sector industrial textil, dedicado a la confección y exportación de ropa deportiva, específicamente en el área de ensamblaje o confección. Estudia y propone herramientas para lograr un aumento de eficiencia en las líneas de confección de prendas de vestir, así como la inclusión de una programación adecuada por cada lote de producción.

En el capítulo uno se hace una referencia histórica de los antecedentes de la industria de la confección en Guatemala, así como de la empresa en estudio. Este capítulo también contiene una reseña a modo de marco teórico de los aspectos más importantes relacionados con la confección.

En el segundo capítulo se describe la producción, la planta, la maquinaria utilizada y la presentación de diagramas de flujo y de recorrido actuales.

El tercer capítulo contiene métodos propuestos de producción que incluyen mejoras observadas que pueden implementarse a los procesos partiendo de la ingeniería del producto, secuencia de operaciones, mano de obra, materiales, materia prima y estudio de tiempos. Se realizaron nuevos diagramas de recorrido y de proceso, balances de línea modular.

En el capítulo cuarto se desarrolla la implementación de la propuesta de las herramientas para mejorar la eficiencia del proceso de confección, incluyendo la planificación y la aplicación de la técnica SMED en el cambio de producción de las líneas modulares.

El capítulo cinco contiene información sobre la mejora continua incluyendo guías de capacitación del personal en las líneas de confección, control de calidad y mejoras de métodos por medio de la ingeniería procesos.

OBJETIVOS

General

Mejorar la eficiencia en el proceso de confección de prendas de vestir en la empresa MATEXSA.

Específicos

1. Implementar una planificación e ingeniería del producto como herramientas básicas para elevar los niveles de competitividad de la empresa.
2. Realizar una planificación que se ajuste a las necesidades del proceso productivo en base a los diversos estilos de prendas que se confeccionan en planta.
3. Reducir el tiempo de cambio de producción y producto en proceso en la línea de producción de prendas de vestir.
4. Implementar un estilo de producción versátil, que dé respuesta al cambio constante de estilos de prendas de vestir.
5. Proponer una gama de herramientas que ayuden a resolver los problemas diarios con el fin de mejorar continuamente la producción.

INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país en el que la industria de la confección ha tomado un auge significativo, en especial en materia de exportación. A nivel nacional compite el capital coreano, norteamericano y nacional. De esta competencia marcada surge la necesidad de optimizar todo tipo de recursos como económicos, humanos, financieros, productivos, tecnológicos y tiempo; reducir costos e implementar herramientas que ayuden al crecimiento sostenible de la empresa, para alcanzar niveles de eficiencia constante de las operaciones.

El presente trabajo de graduación se realizará en la fábrica del sector textil denominada Mata Textiles, S. A. MATEXSA. Es una empresa 100 % nacional, que opera a nivel nacional desde el año de 1995. Actualmente es un exportador de prendas de vestir para el mercado estadounidense. Maneja un paquete completo o *Full Package* que empieza desde el diseño de la prenda, desarrollo, trazo, corte, confección, inspección y empaque. También funcionan áreas de serigrafía y sublimado.

En planta producen distintos tipos de prendas como playeras, camisetas, sudaderos, uniformes para equipos deportivos, entre su producción principal.

En el desarrollo del trabajo de graduación se buscará implementar planes y programas de producción para la variedad de estilos que se producen en la planta de confección de MATEXSA, con el propósito de reducir el tiempo de preparación, el tiempo muerto y el alto inventario en proceso que se da hoy por hoy ante el cambio constante de estilos, lo que permitirá aumentar los niveles de eficiencia, sin descuidar la calidad.

1. GENERALIDADES

1.1. La industria de la confección en Guatemala

A continuación, se presenta la historia de la confección en Guatemala, así como los antecedentes de la empresa en estudio.

1.1.1. Historia

Guatemala ha sido un país que se ha dedicado a la exportación de prendas de vestir. Desde los años ochenta, la industria de la confección se presentó como una alternativa atractiva porque gracias al auge alcanzado, invirtió y se crearon fuentes de trabajo, situación que ayudó a miles de guatemaltecos desempleados.

Al nacer oportunidades que incentivaron la inversión y por ende la creación de oportunidades laborales, se decretó la ley No. 29-89, “Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y Maquila” que tenía como objetivo:

La promoción del desarrollo ordenado y eficiente del comercio exterior del país, así como el crear las condiciones adecuadas para promover la inversión de capitales nacionales y extranjeros, además de la utilización adecuada de los recursos naturales y el potencial humano para incrementar la riqueza.¹

Con la Ley No. 29-89 en vigencia se comenzó a atraer inversionistas extranjeros y nacionales. Así inició una etapa en el sector industrial. El mercado internacional demandó un aumento de calidad en las prendas confeccionadas, lo cual significaba que las especificaciones de calidad se volverían complejas; por

¹ El Congreso de la República de Guatemala. *Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y Maquila*. p. 2.

lo tanto, surge la necesidad de capacitar a los operarios de costura. Se crearon centros de formación para operarios y supervisores en confección industrial, así como inspectores de control de calidad, con el objetivo de adiestrar, capacitar y desarrollar las habilidades de los obreros de costura y con ello aumentar las fábricas de confección o maquilas. La competencia coreana aumentó su presencia en el mercado internacional. Vendía a un precio bajo a comparación del precio nacional. Varias fábricas y maquilas finalizaron operaciones en el país y decidieron iniciar operaciones en otros lugares buscando mano de obra económica. Fue disminuyendo la presencia nacional en el sector industrial internacional.

Hasta hoy, la actividad exportadora nacional representa un ingreso considerable para el país a pesar de la competencia internacional.

Según las estadísticas del Banco de Guatemala, en materia de exportaciones y comparando los productos del mes de enero 2014 y enero 2015, se distribuyen de la siguiente forma:

Figura 1. **Exportaciones en Guatemala**



Fuente: Banco de Guatemala. *Estadísticas de exportación, enero 2014 – 2015.*

<https://es.slideshare.net/vestex/presentacion-estadistica-enero-2015>. Consulta: 2 de enero de 2015.

Guatemala posee un sector industrial que confecciona con calidad, diferencia marcada entre sus competidores al tener que sacrificar la baja calidad por su precio. Desde que se inició la capacitación de los trabajadores de confección, la mano de obra calificada es algo habitual. Resultado de ello, la producción tiene un alto valor agregado. Se organizaron cursos complementarios a la confección como bordado, sublimado, diseño y desarrollo de prendas, entre otras. Poco tiempo después se empezó a manejar el paquete completo *Full Package*. Aquí prenda se diseña, desarrolla, traza, corta, confecciona y empaqueta para su posterior exportación. De aquí surgió la necesidad de abastecer y ofrecer servicios complementarios. Así se crearon sectores y servicios conexos para satisfacer la necesidad que surge en las plantas o talleres de confección. En temas de incentivos fiscales, se crearon leyes a lo largo del tiempo. La primera fue para incentivar la inversión de empresas exportadoras y se aprobó por la década de los sesenta, pero la industria maquiladora asentó sus bases casi veinte años después. Con el Decreto 29-89, actualmente vigente, los inversionistas nacionales y extranjeros gozan de una exoneración fiscal de 10 años y de exenciones de impuestos y cargas arancelarias sobre la maquinaria, el equipo, las materias primas y los productos semiacabados; además, el Decreto 65-89 contempla el establecimiento de zonas francas privadas operadas por empresas privadas donde los inversores disfrutaban de los mismos incentivos y exoneraciones.

A inicios de 2002, Estados Unidos demostró interés de negociar un tratado de libre comercio con los países centroamericanos DR-CAFTA con el objetivo de impulsar la preferencia al sector textil de confección exportador, para integrarse, exportar y mantener su presencia en el mercado estadounidense.

Con estas leyes y tratados se estimuló la inversión en el país, se atrajo capital extranjero que aportó un beneficio adicional al transferir tecnología y

conocimientos que ayudó al crecimiento de operaciones. Con ello también se iniciaron mejoras en la infraestructura vial en el ámbito regional para las materias primas, insumos, aditamentos y todo lo necesario para la producción y transporte del producto terminado. Debido a la ubicación geográfica de Guatemala, entre Estados Unidos y México, se presentaron oportunidades atractivas para realizar negocios. Actualmente, la ley 29-89 ha sufrido una serie de modificaciones por el decreto 19-2016, “Ley Emergente para la Conservación del Empleo”, las cuales contiene las reformas a la Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y de Maquila, Decreto 29-89 y Ley de Zonas Francas, Decreto 65-89, ambos del Congreso de la República de Guatemala, publicados en el Diario de Centro América el 30 de marzo de 2016 y entraron en vigencia el 31 de marzo de 2016.

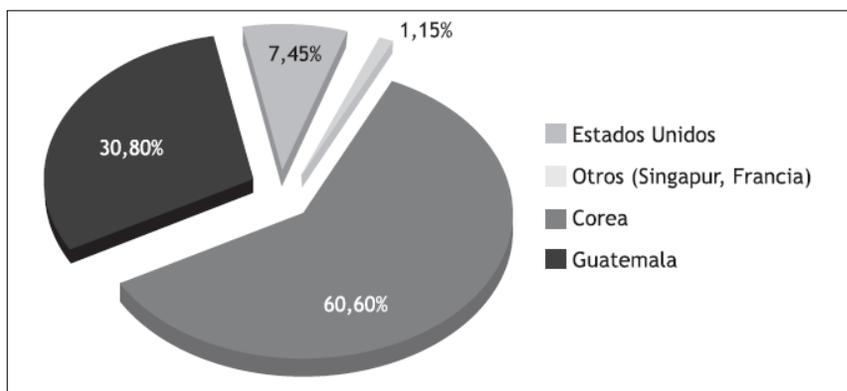
1.1.2. División de la industria

Existen dos divisiones marcadas en el sector industrial de confección: la producción para el mercado nacional, formado por las pequeñas y medianas empresas (PYMES), y la producción para el mercado internacional, por medio de exportaciones a países como Estados Unidos, México y de Centroamérica, formado por las empresas grandes. El sector industrial textil de confección presenta una participación importante del capital nacional y extranjero. El mercado que mayormente se cubre es Estados Unidos, que alcanza aproximadamente el 88 % de las exportaciones.

En el sector de vestuarios y textiles dedicado a la exportación incluye 139 empresas de vestuario, 39 textileras e hilanderas, 240 empresas de servicios y accesorios.

Como actividad económica, la industria manufacturera representa el 4 % de la producción nacional (PIB) y el 21 % de la producción industrial (PIB industrial), según la Asociación de Vestuarios y Textiles (VESTEX).

Figura 2. **Distribución del capital extranjero de confección**



Fuente: ICTSD. *El sector textil y confección y el desarrollo sostenible en Guatemala*. <https://issuu.com/ictsd/docs/el-sector-textil-guatemala>. Consulta: 2 de enero de 2015.

La división dedicada a la producción local, como anteriormente se mencionó, está conformada por pequeñas y medianas empresas de confección que en total suman más de mil PYMES, según la Asociación de Confeccionistas de Guatemala, ASCONFEG.

A continuación, se presenta una tabla con información acerca de la división del sector de confección informal.

Tabla I. **División del sector de confección nacional**

Características	División dedicada al sector local	División dedicada a la exportación
Empleo	Más de 20 000 según estimaciones en entrevistas.	Más de 100 000 empleos hasta enero de 2015.
Capital	Mayormente nacional. Las PYMES se originaron con ahorros, prestamos familiares o de amigos.	Internacional y nacional. La mayoría son de capital internacional.
Ubicación geográfica	En toda la república.	92 % en el departamento de Guatemala. 8 % en el interior del país.
Modernidad de maquinaria	Más de 12 años aproximadamente.	En varios casos menos de 5 años.
Origen de materia prima	Comprada a nivel local e importada. Una característica que prevalece es la búsqueda del menor precio y no calidad.	En las fibras se usa el algodón de Estados Unidos y otros países. Las telas a nivel centroamericano y Asia.
Mercado	Nacional en un 90 %.	EE. UU 82 % México 2,54 % Centroamérica 10,67 % Otros 5,1 %
Características	División dedicada al sector local.	División dedicada a la exportación.

Fuente: elaboración propia.

1.1.3. Instituciones de apoyo al sector industrial de confección de exportación.

La Asociación Guatemalteca de Exportadores y la Comisión de Vestuarios y Textiles, AGEXPORT y VESTEX, respectivamente, son instituciones que impulsan y promueven las exportaciones de productos tradicionales y no tradicionales. Ambas están ligadas porque VESTEX es parte de AGEXPORT.

AGEXPORT es una entidad privada no lucrativa fundada en 1982. Su propósito es promover y desarrollar la actividad exportadora a nivel nacional y de una forma eficiente al mercado extranjero. En el ramo de las exportaciones de productos no tradicionales se ha dividido a lo largo del tiempo en grupos para asegurar el crecimiento y desarrollo de la producción y exportación. Se conformó grupos en cada sector industrial, llamados comisiones, en los cuales los empresarios de cada sector crean estrategias y actividades que contribuyan al desarrollo de sus productos para el mercado local y extranjero. De esta división surge VESTEX, que se encarga del adiestramiento y capacitación, asesoría laboral, accesibilidad al mercado, asesoría en temas del medio ambiente, mercadeo y promoción, atención a empresarios extranjeros, entre otros. VESTEX está conformado por empresas que se dedican a la confección, textiles, prestación de servicios varios y venta de accesorios para la industria de la confección, que operan en Guatemala y su principal mercado es el extranjero.

1.2. Mata Textiles, S.A.

A continuación, se presenta los antecedentes históricos de la empresa.

1.2.1. Historia

Mata Textiles S. A. o MATEXSA es una empresa totalmente guatemalteca. En su primera etapa, empezó operaciones en el año de 1990 bajo el nombre de ESMATEXSA; años después, en su segunda etapa, fue cambiada por el nombre actual. La empresa Mata Textiles fue fundada en 1995, en un pequeño sótano de una casa en los alrededores del parque de San Pedro Sacatepéquez, Sacatepéquez. Un área de 80 metros cuadrados conformaba el área de ensamblaje y operaba con 15 personas. Al pasar el tiempo y a base de esfuerzo y dedicación del equipo de trabajo, la empresa se ha desarrollado como Grupo Matex, que opera brindando empleo a más de 200 familias y subcontrata a varios cientos más. Opera en un área de 3 400 metros cuadrados. Su sector se encuentra en las exportaciones de prendas de vestir. Su mercado es Estados Unidos y sus clientes, Adidas, Disney, Walmart, VF Corporation, entre otros.

La empresa estuvo a punto de cerrar operaciones hace más de 7 años, producto de la crisis económica por la que Estados Unidos atravesaba. Los clientes empezaron a buscar precios más bajos y que la competencia ofrecía, lo que se traducía en una baja rentabilidad a la empresa al reducir su precio de venta. Una reestructuración y trabajos de ingeniería fueron necesarios para que MATEXSA cubriera sus costos mensuales y lograra una rentabilidad deseada. Después del tiempo de crisis lograron atraer nuevos clientes, mejorar su administración de operaciones y mantenerse económicamente estables.

1.2.2. Misión

“Generar prosperidad para nuestros accionistas, socios y miembros del equipo, así como ser responsables con la preservación de la tierra para las futuras generaciones”.²

1.2.3. Visión

“Consolidarnos como una empresa líder en el desarrollo y fabricación de productos textiles, a través de un servicio personalizado a todos nuestros clientes”.³

1.2.4. Estructura organizacional

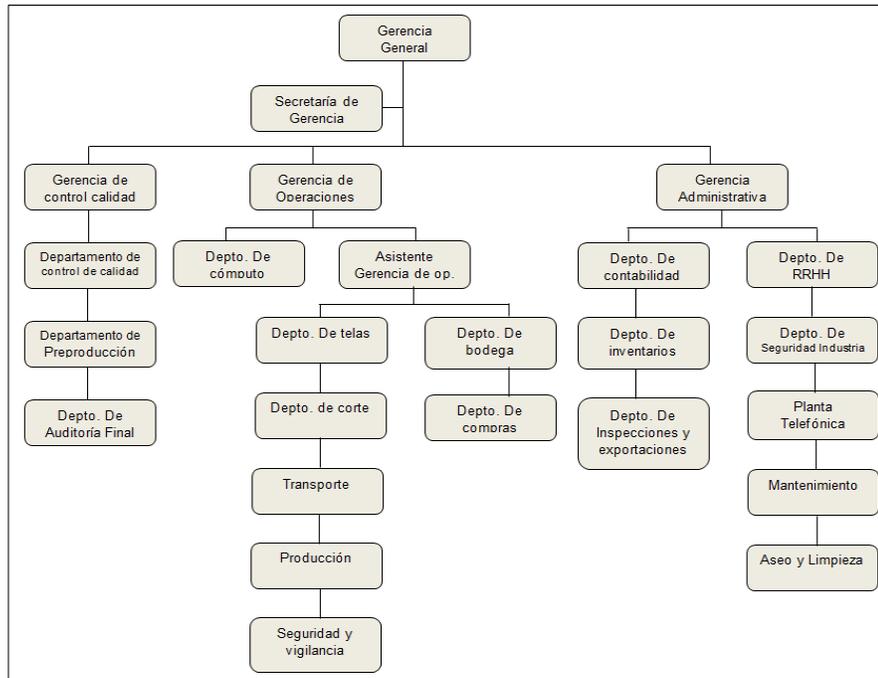
Principalmente hay tres divisiones marcadas en MATEXSA, las cuales son: la gerencia administrativa, la gerencia de operaciones y el área de producción. El área administrativa es la encargada de todo lo relacionado al personal y operarios, seguridad industrial, finanzas. La gerencia de operaciones es la encargada de todo lo relacionado a la logística y exportaciones. El área productiva se encarga de transformar las telas en prendas de vestir, buscando agregar valor al producto final. Estas tres divisiones rinden cuentas a la gerencia general.

A continuación, se presenta el organigrama de MATEXSA.

² Mata Textiles S. A. *Área administrativa Misión y Vision.*
<http://matatextiles.com/quienessomos.html>.

³ *Ibíd.*

Figura 3. Organigrama organizacional MATEXSA



Fuente: elaboración propia, MATEXSA. *Departamento de Recursos Humanos.*

MATEXSA presenta un organigrama mixto, una combinación entre los organigramas vertical y horizontal. Muestra el Departamento de Gerencia General con mayor jerarquía, así como tres departamentos importantes como el área administrativa, operaciones y control de calidad. La gerencia administrativa cubre lo relacionado al recurso humano, contabilidad, inventarios, inspecciones, seguridad industrial, entre otros. La gerencia de operaciones tiene a su cargo el personal de producción, transporte, compras, bodega, cómputo, exportaciones, entre otros, y la gerencia de control de calidad tiene a su cargo todo lo relacionado a las auditorías internas y externas, certificaciones, preproducción, entre otros.

1.2.5. Ubicación

Mata Textiles S. A. se encuentra en el km. 16.5 carretera a San Juan Sacatepéquez, Sacatepéquez, parque industrial Mixco Norte, Bodegas C10 y C11.

Figura 4. Mapa de ubicación geográfica MATEXSA



Fuente: Google Earth. *Ubicación de MATEXSA*. <https://www.google.com/maps/dir/14.5299209,-90.5518636/14.6555996,-90.5893478/@14.6495061,-90.5866109,15z/data=!4m4!4m3!1m1!4e!1m0>. Consultado el 15 de mayo de 2017.

1.3. Eficiencia

A continuación, se presenta los conceptos que serán de utilidad para la elaboración de este trabajo de graduación.

1.3.1. Definición

La eficacia y eficiencia son utilizables y aplicables frecuentemente por su impacto e importancia en actividades cotidianas. Su uso es variado y extenso.

La eficacia es realizar las actividades requeridas para cumplir las metas establecidas, estándares, entre otros. Mide el grado en que se cumplen las metas cualitativas o cuantitativamente.

La eficiencia es el uso suficiente y correcto de los recursos o medios productivos utilizables para cumplir con los resultados planificados. Con ello, las organizaciones o plantas de producción buscan operar eficaz y eficientemente. Muchas veces se logra cumplir con los objetivos, pero no con el mínimo de recursos utilizados. No es lo mismo utilizar una cantidad “x” para producir “y” cantidad, que utilizar una cantidad “2x” para producir la misma cantidad, “y”. Esto último es una diferencia marcada entre eficiencia y eficacia.

Se entiende como recursos utilizados ordinariamente por las empresas o fábricas: el tiempo, esfuerzo, recurso humano, materia prima, tecnológicos, financieros, intelectuales, entre otros.

1.3.2. Indicadores de eficacia y eficiencia

En un proceso, los indicadores de eficiencia se ven reflejados en las entradas y actividades a realizarse para producir. Los indicadores de eficacia se reflejan en actividades de salida en el proceso.

Un indicador de eficacia es la extensión en la que se alcanzan los resultados planificados, atributos de calidad. Por ejemplo, cumplimiento de programas de producción o ventas y demora en los tiempos de entrega entre otros.

Un indicador de eficiencia establece la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, grado de aprovechamiento de los recursos. Por ejemplo, tiempo muerto, desperdicio, porcentaje de utilización de la capacidad instalada.

1.4. Reducción del tiempo de preparación por cambio de lote (técnica SMED)

Es una técnica que forma parte del sistema Justo a Tiempo. Por sus siglas en inglés, *Single minute exchange of die*, que literalmente significa “cambio de una matriz en minutos de un solo dígito. Fue diseñada por el ingeniero Shingeo Shingo durante los años 50, cuando observó que los trabajadores empleaban mucho tiempo en la preparación de los cambios de lote. La técnica consta de un conjunto de pasos que analiza a detalle las tareas que se realizan durante el cambio de producción y se logra una reducción del tiempo para preparar. Los beneficios de utilizar esta técnica es una planta versátil, flexible y eficiente durante cada cambio de producción. Aumenta el porcentaje de utilización de máquinas, con mayor facilidad para realizar un programa de producción.

Las fases para aplicar con éxito la técnica SMED son las siguientes:

- Observar y comprender el proceso de cambio de producción. En esta fase se realiza una observación minuciosa para entender cómo se realizan las tareas y medir el tiempo para realizarlas.
- Algunas actividades importantes son:
 - Filmación de las actividades de cambio de producción
 - Conformar un grupo de trabajo multidisciplinario
 - Documentar lo trabajado
- Identificar y clasificar las tareas internas y externas. Se definen como tareas internas las que son ejecutadas con la máquina parada; las tareas externas son ejecutadas con la máquina en funcionamiento. Al realizar el

análisis correspondiente se concluye que las tareas correspondientes se encuentran combinadas, por lo que hay que identificar, separar y clasificar

- Transformar las operaciones internas en externas. Al realizarse las tareas externas fuera del tiempo de preparación, se reduce el tiempo en que se realiza el cambio.
- Mejorar las tareas de cambio en las líneas de confección. Se tiene por objetivo reducir las tareas internas y externas, con ello, se mejora también el tiempo empleado en el cambio de la línea.
- Al reducir el tiempo de tareas externas se debe optimizar la ubicación, identificación y agrupamiento de las herramientas, materiales, equipos utilizados durante el cambio en las líneas. La totalidad de las tareas internas deben realizarse en paralelo, buscando métodos eficaces y de simplificación.
- Estandarización del nuevo método. Acá se refiere a hacer uso a lo largo del tiempo del método desarrollado. De no hacerlo, el método es un fracaso.

1.5. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es un método muy efectivo que forma parte de la medición del trabajo. Es utilizado para determinar el ritmo de trabajo de una línea de producción o ensamblaje. El objetivo es definir el tiempo necesario en la ejecución de una operación o conjunto de operaciones bajo determinado escenario, condiciones o normas bien definidas.

Para desarrollar una estación de trabajo eficiente se debe obtener estándares de tiempo precisos bajo un estudio minucioso. Estos estándares son producto de registros históricos, estimaciones y mediciones de trabajo. Al establecer tiempos precisos es importante la cronometración, en sus diferentes métodos, según el caso. No se puede definir tiempos reales por observación.

Con relación al tamaño de la muestra o cantidad de observaciones que se deben efectuar durante el estudio, la cantidad puede fijarse por el método de General Electric, que es una tabla que presenta el número de observaciones o por el método estadístico.

Los pasos básicos para realizar un estudio de tiempos se presentan a continuación:

- Preparación
 - Selección de la operación: es el inicio del estudio y el analista se pregunta ¿qué operación vamos a medir? Depende del objetivo que se persiga para ordenar las operaciones según el proceso, costo o una necesidad específica.
 - Selección del trabajador: la habilidad, el deseo de cooperar, el temperamento y la experiencia son aspectos que el analista de tiempos debe tomar en cuenta al seleccionar el trabajador.
 - Análisis de comprobación del método de trabajo: se debe normalizar o estandarizar antes de ejecutar el estudio. Esto significa que el trabajador debe ser capaz de ejecutar la operación realizando una cantidad definida de trabajo, con los movimientos básicos.

- Actitud frente al trabajador: el estudio no debe realizarse en secreto. El analista debe considerar las políticas de la empresa, no se discutirá con el trabajador ni se criticará su trabajo.

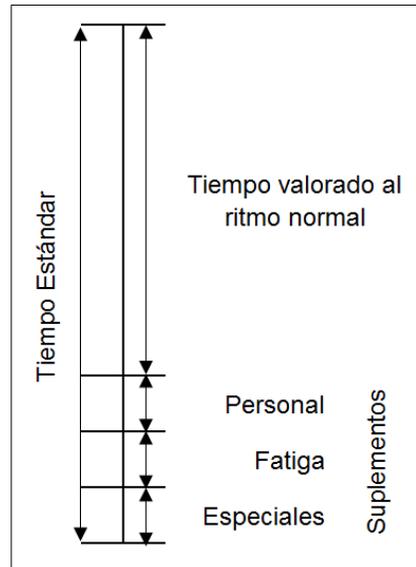
- Ejecución
 - Obtener y registrar la información: el analista debe registrar toda la información mediante observación directa.
 - Descomponer la tarea en elementos: se debe descomponer los elementos según su relación al ciclo, al ejecutante o al tiempo.
 - Medición del tiempo: esta tarea comúnmente es llamada cronometraje. Entre los métodos de cronometraje comúnmente usados se encuentran el de lectura con retroceso a cero y el continuo de lectura de reloj.
 - Cálculo del tiempo observado: según la naturaleza de la operación individual se seleccionará el método para calcular el número de observaciones.

- Valoración
 - Ritmo normal del trabajador promedio: se procede a calcular la valoración del ritmo de trabajo y los suplementos para determinar el tiempo estándar.
 - Técnicas de valoración: las técnicas usualmente usadas según las características de cada empresa, trabajo u operación son: Nivelación, calificación sintética, valoración por tiempos predeterminados, calificación objetiva.
 - Cálculo del tiempo valorado: en base a la técnica de nivelación seleccionada, según criterio del analista, se realizan los cálculos necesarios para obtener el tiempo valorado.

- Suplementos: los suplementos u holguras conforman el tiempo adicional que debe asignarse al tiempo valorado. Este tiempo surge por las interrupciones personales, fatiga y retrasos inevitables. A continuación, se detallan los tipos de suplementos:
 - Interrupciones personales: surgen de la fisiología o necesidades humanas, por ejemplo, idas al baño, tomar agua.
 - Fatiga: cuestión inherente del ser humano puesto que no existe persona que mantenga un ritmo constante de trabajo. A lo largo de la jornada tendrá variaciones en el ritmo.
 - Retrasos inevitables: estos surgen del trabajo, por ejemplo, interrupciones del supervisor, verificaciones de calidad de las piezas en proceso, descomposición de la maquinaria, herramientas de trabajo, paros programados, entre otros.

- Tiempo estándar: se define como el tiempo compuesto por el tiempo normal y los suplementos. Indica el tiempo real en que se procesa una pieza o realiza una operación. Es un dato muy importante porque a partir de acá se llevará el control de costos de mano de obra.

Figura 5. **Representación del tiempo estándar**



Fuente: elaboración propia.

1.6. **Balance de líneas**

El balance de líneas es una herramienta muy útil en la ingeniería industrial para el adecuado control de la producción. En una línea de producción, la optimización de algunas variables que afectan directamente la productividad del proceso está en función de una línea de producción balanceada o equilibrada.

El principal objetivo de un balance de líneas es establecer un tiempo de trabajo igual en las estaciones de la línea de producción. Una línea de producción se balancea de tal forma que el flujo de salida de una estación debe ser equivalente al flujo de entrada de una estación siguiente.

Para que la producción en línea sea práctica debe existir algunas condiciones, como cantidad, equilibrio, continuidad. Los casos comunes del balance de líneas son:

- Los tiempos conocidos de las operaciones
- Los tiempos de ciclo son conocidos
- Se conoce el número de estaciones de trabajo

El tema de estudio será el primer caso. Algunas fórmulas necesarias son las siguientes:

Figura 6. **Fórmulas comunes en balances de líneas**

$$\begin{aligned} \text{Índice de Producción} = IP &= \frac{(\text{tiempo})_{de\ seado}}{(\text{tiempo})_{disponible}}; \\ \text{Num Operarios Teóricos} = NOT &= \frac{(IP)(TE)}{Eficiencia}; \\ \text{Tardanza} &= \frac{TE}{NOR}; \\ \text{Producción por turno} = PPT &= \frac{(\text{tiempo})_{turno}}{(\text{tiempo})_{asignado}} \\ \text{Costo Unitario} &= \frac{(NOR)(Salario)}{PPT}; \\ \text{Eficiencia Real} &= \frac{\sum_{i=1}^n (\text{tardanza})}{\sum_{i=1}^n (\text{tiempo})_{asignado}} \end{aligned}$$

Fuente: elaboración propia.

1.7. Diagrama de operaciones de proceso

Es una herramienta que nos ayuda a ejemplificar una secuencia lógica y cronológica de actividades u operaciones que forman parte de un proceso, por medio de una simbología que incluye información como distancias recorridas, tiempo requerido, secuencia de operaciones y toda la información útil para el debido análisis.

La simbología de diagrama de operaciones de procesos está conformada por operaciones, transportes, demoras, inspecciones, almacenajes. Cada una se detalla en el cuadro siguiente:

Tabla II. **Simbología del diagrama de procesos**

Representación Gráfica	Significado	Definición
	Operación	El símbolo se utiliza al cambiar las características de la materia prima, se prepara para otra operación o se le agrega algo.
	Inspección	Se utiliza cuando la materia prima u objeto se examina para comprobar su calidad
	Transporte	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.

Continuación de la tabla II.

	Demora	Es utilizado el símbolo cuando el flujo de proceso se atrasa en el paso previsto.
	Operación combinada	Ejemplifica una operación y revisión de calidad
	Almacenaje	Representa el almacenamiento de Materia prima, producto terminado o algún objeto.

Fuente: elaboración propia.

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción de MATEXSA

Mata Textiles S. A. o MATEXSA (nombre de la empresa que será objeto de estudio), es una empresa guatemalteca que inicia sus actividades en los años noventa. Produce prendas de vestir para su exportación. El estudio se limitará al área de confección, por lo que la mayoría de los datos que se registrarán son de dicha área. Ocasionalmente se requerirá información de otras, según la necesidad.

2.1.1. Áreas y subáreas

En planta funcionan las siguientes áreas: la administrativa, operativa y servicios varios. El área administrativa se divide en las siguientes subáreas: gerencia general, gerencia de operaciones, recursos humanos, contabilidad, procesamiento de datos. El área de operaciones se divide en las siguientes subáreas: diseño y desarrollo, trazo y corte, confección, inspección y empaque, serigrafía y sublimado, control de calidad. En la subárea de servicios varios se encuentra mantenimiento, seguridad y limpieza. La subárea de control de calidad es importante porque el mercado internacional demanda prendas con especificaciones de calidad, por lo que es necesario el adecuado control del cumplimiento de las especificaciones de costura.

2.1.2. Trabajadores

La empresa es fuente de trabajo para más de 300 guatemaltecos, en su mayoría de los niveles operativos y provenientes de San Pedro Sacatepéquez.

En MATEXSA se valora al empleado, englobándolo de un excelente clima organizacional. Realizan actividades sociales, festejos, capacitaciones y una serie de eventos para crecimiento del personal. Prevalecen políticas que muestran el respeto hacia el empleado, su integridad y desarrollo, entre otros.

2.2. Detalle de la producción

MATEXSA confecciona distintos tipos de prendas que van desde playeras de diferentes estilos, sudaderos, ropa deportiva como uniformes de equipos de fútbol americano, básquetbol y uniformes para porristas, entre su principal producción. Cuenta con producción directa y cuando la demanda excede la capacidad de la planta disponen de la flexibilidad de respuesta rápida bajo un sistema de subcontratación, el cual posee la certificación necesaria para satisfacer las especificaciones de los clientes.

2.2.1. Producción modular

MATEXSA opera con dos líneas de producción modular, en la cual se modifica constantemente el orden de las estaciones de trabajo y se reubican según el requerimiento del proceso productivo. Este formato tiene la particularidad de producir en cantidades elevadas diariamente a comparación de otros sistemas y no hay variedad de estilos en confección. La capacidad de producción de cada línea es alrededor de 1 000 prendas diarias por línea. Los operarios de estas líneas de producción se especializan en la operación logrando

una rapidez para producir grandes volúmenes a diario. En cada línea hay aproximadamente 15 operarios y en estas líneas se confeccionan los distintos tipos de playera, sudaderos, y demás prendas.

2.2.2. Producción por pedido

Se cuenta con tres líneas de producción por pedido. Se confecciona un bajo volumen de prendas y diversidad de estilos. Un solo operario confecciona la mayor parte de la prenda. Se necesita que tenga habilidades de sastrería. Cada línea cuenta aproximadamente con 12 operarios. La capacidad productiva de cada línea es de 250 prendas diarias en la que se confeccionan los uniformes de futbol americano, basquetbol y de porristas.

2.3. Descripción de la maquinaria

La maquinaria está conformada por variedad de máquinas de coser en el área de confección, herramientas de corte y diseño en el área de patronaje, máquinas de sublimación y serigrafía para dicha finalidad. La maquinaria utilizada posee una combinación entre alta tecnología y otras anticuadas, pero aún funcionales y con requerimientos más altos de mantenimiento.

2.3.1. Maquinaria y equipo principal

El equipo y maquinaria principal está conformada por los aparatos que son de mayor uso en el área de confección. En las tablas siguientes se encuentra información acerca del equipo principal:

Tabla III. **Resumen de maquinaria de MATEXSA**

Marca	Cantidad de hilos	Cantidad de agujas	Tipo de máquina	Cantidad maquinaria
Juki	4	3	Overlock	15
Pegasus	4	3	Overlock	8
M700	4	4	Overlock	7
Sin marca	3	3	Overlock	2
Juki	5	3	Collaretera	12
Kansai	5	3	Collaretera	2
Pegasus	5	3	Collaretera	2
Willcox	3	2	Collaretera	2
Brother	3	2	Collaretera	1
Sin marca	3	2	Collaretera	1
Juki	1	1	Plana	20
Sin marca	1	1	Plana	4
Juki	4	4	Cerradora de brazo	2
Han Jin	4	4	Cerradora de brazo	1
Brother	4	4	Cerradora de brazo	1
Sin marca	4	4	Cerradora de brazo	1
Juki	1	1	Ojal	1
Sin Marca	1	1	Ojal	1
Juki	1	1	Botonera	2
Unicorn	1 a 12	2 a 24	Multiaguja	2
Sin Marca	1 a 12	2 a 24	Multiaguja	1
Tezhun	SH	SA	Remachadora	1
Sin Marca	1	1	Ruedo Invisible	1
			Total	97

Fuente: elaboración propia, con base en el estudio realizado en planta MATEXSA.

Tabla IV. **Distribución de maquinaria en líneas de producción de bulto por talla**

Línea 1			
Tipo de Máquina	Cantidad de agujas	Cantidad de hilos	Total Maquinaria
Collaretera	5	3	4
Overlock	4	3	10
Plana	1	1	1
Total			15

Línea 2			
Tipo de Máquina	Cantidad de agujas	Cantidad de hilos	Total Maquinaria
Collaretera	5	3	5
Overlock	4	3	4
Plana	1	1	4
Atraque	1	2	1
Total			14

Línea 3			
Tipo de Máquina	Cantidad de agujas	Cantidad de hilos	Total Maquinaria
Plana	1	1	8
Overlock	4	3	5
Collaretera	5	3	2
Ojal	1	1	1
Total			16

Continuación de la tabla IV.

Línea 4			
Tipo de Máquina	Cantidad de agujas	Cantidad de hilos	Total Maquinaria
Overlock	4	3	6
Collaretera	5	3	4
Atraque	1	2	1
Plana	1	1	6
Total			17

Línea 5			
Tipo de Máquina	Cantidad de agujas	Cantidad de hilos	Total Maquinaria
Multiaguja	6	12	3
Botonera	1	1	2
Collaretera	5	3	4
Overlock	4	3	4
Cerradora de brazo	4	4	1
Plana	1	1	4
Remachadora	SA	SH	1
Ruedo Invisible	1	1	1
Total			19

Fuente: elaboración propia, con base en el estudio realizado en planta MATEXSA.

Entre el equipo principal en el área de confección se encuentran estanterías que se utilizan para colocar las piezas cortadas y azoradas pendientes para confeccionar; mesas especiales para inspeccionar las prendas terminadas,

bancos para colocar las prendas en proceso de confección; pizarras para llevar el control de la producción.

2.3.2. Maquinaria y equipo secundario

Entre la maquinaria secundaria se tomó en cuenta la que se utiliza en otras áreas y es importante para confeccionar las prendas.

En el área de sublimación poseen distintas máquinas para llevar a cabo el proceso y se detalla en la siguiente tabla:

Tabla V. **Distribución de maquinaria por área**

Área	Equipo, maquinaria y software
Sublimación	Impresora Calentadora de pre-secado Máquina sublimadora de rodillo Aspiradora de contaminación de tela
Serigrafía	Quemadora de arte Marcos (para quemar arte) Pulpos de impresión manuales Planchas de pre-secado Horno de curado o secado de serigrafía
Diseño y Desarrollo	Equipo para trazo, reglas Plotter Software Gerber para diseño de la prenda

Continuación de la tabla V.

Corte	<p>Mesas de corte</p> <p>Prensadores de tela</p> <p>Pesas fijadoras</p> <p>Engrapadoras</p> <p>Cortadoras verticales</p> <p>Guantes de metal protectores (Equipo de seguridad industrial)</p> <p>Tendedores</p> <p>Riel eléctrico para corte</p>
Azorado	Máquina para etiquetado o azorado. Marca Metto, Open
Confección	<p>Plancha neumática para pegado de transfer</p> <p>Lavadora Industrial</p> <p>Secadora</p> <p>Pistolas de desmanchado</p> <p>Despitador</p>
Empaque	<p>Detector de metales a nivel de aguja y materiales punzo-cortantes</p> <p>Pistolas para colocar Hangtag</p> <p>Planchas industriales</p>

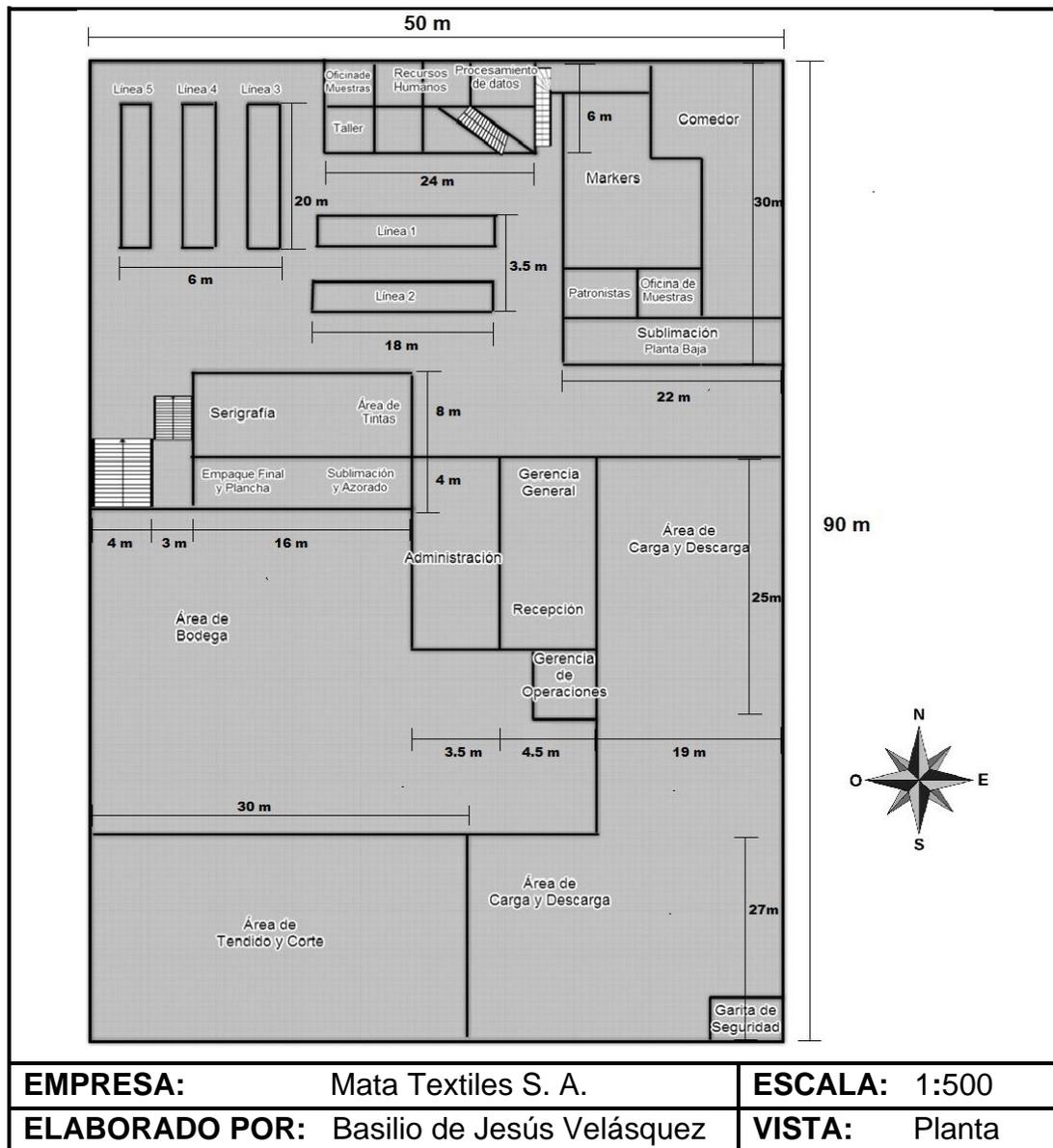
Fuente: elaboración propia, con base en el estudio realizado en planta MATEXSA.

MATEXSA recibe el arte del cliente, llega al área de sublimado, se introduce el papel con el arte impreso y la tela a la máquina de sublimado. El rodillo debe estar a una temperatura de 204 °C, cuando la tinta contenida en la hoja se vuelve gaseosa para impregnarse en la tela.

2.4. Distribución de la Empresa MATEXSA

A continuación, se presenta el plano de la distribución de la empresa.

Figura 7. Plano de Mata Textiles S. A.



Fuente: elaboración propia, con base en el estudio realizado en planta MATEXSA.

2.5. Descripción de la fabricación de un lote de producción

El lote de producción de playeras se inicia con el cambio del estilo anterior al actual; cambio de maquinaria, cantidad de estaciones empleadas, aditamentos, distribución de tareas. Se continuará con una descripción de la actual producción, métodos y técnicas de producción empleados, tiempo de ejecución de operaciones, análisis de diagramas de operaciones, recorrido entre otros. La información, las operaciones descritas y analizadas se enfocan únicamente al área de producción, tema de interés en el estudio.

Las piezas que se recibe en el área de producción deben estar cortadas a la medida requerida, azoradas y empacadas según su orden de corte.

El área de producción recibe de gerencia de operaciones las especificaciones de costura. Este es un documento que detalla la forma y los lineamientos para la elaboración de las prendas de vestir.

A continuación, se describirá la fabricación de un lote de producción de playeras de 31 140 piezas distribuidas por talla, de la siguiente forma:

Tabla VI. **Distribución por talla de playeras**

Talla	Cantidad
S	5 190
M	10 380
L	10 380
XL	5 190
Total	31 140

Fuente: elaboración propia.

Las especificaciones de costura para las playeras es la siguiente:

- Especificaciones de construcción:

Tabla VII. Traducción de hoja de especificación de costura

Instrucciones en hoja de especificación de pedido con lenguaje técnico	Traducción
Margen de costura 3/8	Ancho de costura de 3/8 de pulgada
Tapacostura de 0,9525 cm (3/8) en cuello trasero solamente	Tapacostura de 3/8 de pulgada, realizarlo con máquina plana o cerradora con folder para bias, largo de tapacostura de hombro a hombro
Cuello de Rib 1x1 de 1,9 cm de alto (3/4)	El cuello de rib es un tipo de tela, 1x1 (mezcla de tela) de 3/4 de pulgada de ancho
Ruedo de manga de 1,9 cm (3/4) con DNCS, gauge de 1/4 a la manga	Ruedo de manga de 3/4 de pulgada, realizarlo con máquina collaretera a una separación de 1/4 de pulgada en manga
Ruedo inferior de 1,9 cm (3/4) con DNCS, gauge de 1/4 DTM al cuerpo	Ruedo inferior de 3/4 de pulgada, realizarlo con máquina collaretera a una separación de 1/4 de pulgada

Fuente: elaboración propia.

- Colocación de serigrafía
 - A 1,5 debajo de la costura del cuello centrado (delantera).
 - Foil reflective (en mangas), material reflectivo en mangas

- Colocación de etiquetas
 - Colocar el Heat Transfer a ½ del tape del cuello; colocar la etiqueta de Satin White (nombre del material) en el costado lado izquierdo a 3 pulgadas de la orilla del ruedo inferior. Colocar la bala plástica en la manga lado izquierdo.

- Forma de empaque

Tabla VIII. Traducción de especificación de empaque

Instrucciones en hoja de especificación de pedido con lenguaje técnico	Traducción
Colocar 6 prendas en una polybag con su respectiva sercha (472-15/WHT) y size tabs (kh41) en escala	Colocar cada prenda en una sercha y acomodar 6 prendas en una bolsa. Los códigos se refieren a los materiales a utilizar en empaque. La escala se refiere agruparlos por tallas
Pack de 6 bolsas pequeñas dentro de una caja (6 bolsas grandes/caja, 6 prendas/bolsa pequeña, y 1 bolsa grande/caja)	6 prendas en una bolsa pequeña 6 bolsas pequeñas en una caja 1 bolsas grande en una caja Tamaño de caja: 24x19x10 pulgadas Tamaño de bolsa: 22x18 pulgadas

Fuente: Fuente: elaboración propia, datos proporcionados por el área de producción de Planta MATEXSA.

- Tela e hilo:

Tabla IX. **Especificación de tela e hilo**

Instrucciones en hoja de especificación de pedido con lenguaje técnico	Traducción
Cuerpo Cotton Poly Bournout DK Royal 19 3864 (Giants)	El cuerpo de la playera es 100 % algodón, rib (tipo de tela) 100 % algodón que mache o de la misma tonalidad al color del cuerpo
Binding de cuello, rib 1x1 DTM al A	Cuello rib (tipo de tela) 1x1 (mezcla de tela) que mache o sea de la misma tonalidad al cuerpo. Bies de algodón 100 %.
Hilo (70/2), 100 % Polyester	Hilo 100 % poliéster, calibre del hilo o grosor 70 y calibre de la trenza 2

Fuente: elaboración propia, datos proporcionados por el área de producción de Planta MATEXSA.

2.6. Cambio de estilos en prendas de vestir

Durante el cambio de producción de cada línea, según el historial de producción, se llevan de 3 a 5 horas en función de la cantidad de estaciones que contará la siguiente corrida de producción. El alcance de cada cambio se toma desde la última pieza que se confecciona en cada estación hasta la primera pieza aprobada que se confecciona en cada estación de la nueva corrida de producción, así que en cada estación existe una finalización y un principio por cada pieza confeccionada.

En las líneas de producción de MATEXSA, durante un cambio de estilo, se realizan las siguientes tareas:

- Definición de la secuencia de operaciones de confección
- Realización de diagrama de línea
- Ajuste de la maquinaria para nuevo estilo, preparar folders, medidas nuevas, especificaciones de costura.
- Corrida de preproducción para aprobación de muestras.
- Ingreso de estilo a línea
- Preparación de bihorales para verificación del balance de línea
- Elaboración de la corrida de producción
- Finalización de la producción

Para la ejecución de las primeras dos tareas descritas se encarga un supervisor de producción, quien diseña la secuencia de operaciones, el balance y diagrama de línea que se utilizará para el nuevo estilo.

Para el ajuste de maquinaria, las tareas las ejecuta un encargado de producción. Su equipo de apoyo está conformado por personal de mantenimiento y algunos operarios de producción y personal de limpieza, quienes realizan tareas como cambio de maquinaria que incluye moverlas, desconectar y conectarlas, calibración de las máquinas, cambio de piezas como pies de aguja, apretar tornillos, desatornillar y tareas de limpieza.

Para la corrida de preproducción de muestras se da una breve explicación al operario de las nuevas especificaciones de costura con la que se debe confeccionar. El operario realiza las operaciones de preproducción, mientras el personal de control de calidad verifica que se cumplan las especificaciones de costura requeridas. Al finalizar la preproducción se debe decidir si aprueban las

muestras para iniciar con la producción; en caso de no aprobar las muestras se debe continuar con la preproducción. Otras tareas que se realizan durante la preproducción es el ajuste de las puntadas de la máquina, se guardan y cambian los conos de hilo, entre otros.

Al momento de aprobar la preproducción se ingresa el estilo a la línea y en cada operación verifican las especificaciones. Cuentan con controles de producción como formatos bishorales para verificar si la cantidad confeccionada por estación está equilibrada o si necesitan reajustes. Cuando todas las tareas están correctamente ejecutadas dan por finalizada la producción, que es el momento en que la línea opera con normalidad.

Desde un análisis realizado por observación durante el cambio de estilos a confeccionar se pueden mencionar deficiencias en la asignación de tareas, lo que repercute en tiempo de ocio en 2 o 3 operarios por estación a lo largo del tiempo que dure el cambio; además del tiempo muerto producto de la falta de calendarización de mantenimientos.

Un exceso de actividades realizadas por el encargado de producción propicia desorden, demoras considerables, máquinas no ubicadas en su respectivo lugar, falta de anticipación a los problemas de costura. La limpieza no se realiza uniformemente en todas las estaciones. Es vital una adecuada planificación y distribución de tareas.

Las acciones correctivas ante estas falencias se propondrán adelante con el fin de minimizarlas y buscar un aumento de eficiencia en las líneas de producción.

2.7. Situación actual de las líneas de producción

Cuando la preproducción se aprueba, significa que la confección cumple con las especificaciones de costura y se empieza a confeccionar el pedido del cliente ingresando el estilo a la línea. Se controla el flujo de confección por medio de los bihorales y se empieza a producir normalmente.

La línea de producción sujeta a estudio está conformada por 20 operaciones. Se detalla en la tabla siguiente de forma secuencial y su respectiva cantidad de trabajadores por operación:

Tabla X. **Operarios por operación por línea modular**

No.	Operación	Cantidad
1	Armar cuello	1
2	Afianzar cuello	1
3	Cerrar hombros	2
4	Montar cuello	2
5	Coser manga	2
6	Cerrar costado con etiqueta	1
7	Cerrar costado sin etiqueta	1
8	Ruedo de manga	2
9	Pegar bias a cuello trasero	1
10	Sobrecoser bias de cuello	2
11	Ruedo Inferior	1
12	Marcar Transfer	1
13	Pegar Transfer	1
14	Inspección	1
15	Planchado	1

Continuación de la tabla X.

16	Clasificado	1
17	Etiquetado	1
18	Doblado	1
19	Embolsado	1
20	Empacado	1
	Total operarios y manuales	25

Fuente: elaboración propia, con base en estudio realizado en Planta MATEXSA.

A continuación, se hace un breve análisis en función de los diez enfoques de análisis de operaciones respectivas de la línea de producción de playeras.

- Finalidad de la operación: la finalidad en cada estación de trabajo es la misma, unir o fijar las piezas de una prenda por medio de la costura durante la confección de una prenda de vestir. En esta parte se enfocará a eliminar o combinar operaciones que se consideren innecesarias.
- Diseño de la pieza: el diseño de las prendas las envía el cliente y en MATEXSA son confeccionadas según estos requerimientos. Toda modificación depende de la autorización del cliente, por lo que no hay gran margen de cambio a excepción de la simplificación de diseño del proceso.
- Proceso de manufactura: analizando la línea de confección se puede notar que en varias operaciones del ensamble de piezas no existe una estandarización para realizar el trabajo. En varias ocasiones los trabajadores optan por confeccionar a su manera y se tardan más de lo

habitual. Más adelante se contemplará utilizar métodos y técnicas de ingeniería de métodos para alcanzar los niveles deseados de mejoras.

- **Requerimientos de inspección:** esta parte del análisis la realizan los auditores que forman parte del área de control de calidad y que verifican que la confección cumpla con las especificaciones de costura que el cliente requiere. No se profundizará, pero al trabajador se le puede capacitar para que al confeccionar evite errores o reprocesos.
- **Material:** el material que se utiliza para confeccionar depende de los requerimientos del cliente. En la totalidad de material que se necesita para las prendas, está la tela, seguido de hilo, aditamentos, etiquetas, material de empaque. Al recibir los rollos de tela de los proveedores, se extrae una muestra para aplicarle pruebas de encogimiento, torque y lavado para determinar si la tela cumple con los requisitos de calidad, o rechazarla.
- **Manejo de materiales:** esta parte del análisis es importante porque se considerarán aspectos como tiempo, lugar, cantidad, espacio. Cuando se empieza a confeccionar, se crea un flujo de material en proceso el cual debe ser continuo en las estaciones de trabajo, pero que no se logra cumplir debido a que el material o producto en proceso es discontinuo y no llega en el tiempo, lugar y cantidad en el momento preciso. Además, se puede observar una distribución del producto en proceso que propicia a demoras, búsqueda, errores o reprocesos. Más adelante se analizará a detalle para buscar el aumento de la eficiencia.
- **Distribución, organización y equipamiento de las estaciones de trabajo:** se ha observado que con una adecuada distribución y organización de las estaciones de trabajo se puede aumentar la eficiencia del centro. Hay centros que pueden mejorarse, ubicando todo de forma lógica,

- Principio de la economía de movimientos: debido a que en varias estaciones de trabajo no están estandarizados los métodos, se pierde tiempo y se aumenta la fatiga del operario por movimientos que no agregan valor a la producción; por ejemplo, alcanzar el despitador en distancias que se pueden acortar. Más adelante se analizarán los movimientos de ambas manos para crear un método que simplifique el trabajo, reduzca el tiempo y disminuya la fatiga del operario.
- Condiciones de trabajo: las condiciones de trabajo son las adecuadas y necesarias. Para la iluminación, el techo de dos aguas tiene una cantidad de láminas transparentes para aprovechar la iluminación natural además de candelas a lo largo de las líneas de producción e inspección por lo que el operario no esfuerza la vista al realizar su trabajo. Para la ventilación, debido a que la planta se encuentra en una bodega industrial de aproximadamente 50 metros por 90 metros, espacio suficiente una adecuada ventilación. Además, en la parte superior de las paredes, las bodegas cuentan con espacio para ventilación natural. No hace falta un sistema artificial de ventilación.
- Método: a lo largo del estudio se tratarán temas de análisis y propuestas de métodos para la implementación y aumento de eficiencia en el área de confección.

2.8. Tiempos cronometrado, normal y estándar actual de producción

Para la toma de tiempo se utilizó la técnica de regreso a cero, se realizaron diez tomas por operación y se promedió el tiempo. A continuación, se presenta la siguiente tabla con los datos obtenidos.

Tabla XI. **Tiempo cronometrado por operación**

No.	Operación	Tiempo promedio (seg)
1	Armar cuello	19,301
2	Afianzar cuello	22,714
3	Cerrar hombros	21,977
4	Montar cuello	43,009
5	Coser manga	22,429
6	Cerrar costado con etiqueta	17,428
7	Cerrar costado sin etiqueta	19,700
8	Ruedo de manga	49,566
9	Pegar bias a cuello delantero	19,190
10	Sobrecoser bias de cuello	47,363
11	Ruedo Inferior	25,886
12	Marcar Transfer	23,618
13	Pegar Transfer	22,013
14	Inspección y despiste final	36,854
15	Planchado	17,546
16	Clasificado	5,463
17	Etiquetado	7,773
18	Doblado	10,643
19	Embolsado	8,009
20	Empacado	15,656
Total tiempo cronometrado		456,138 seg.

Fuente: elaboración propia, con base en estudio realizado en planta MATEXSA.

Se tiene un total de 456,138 segundos de tiempo cronometrado para la elaboración de una playera con un total de 20 operaciones; por lo tanto, el tiempo promedio 22,807 segundos o 0,38 minutos. Con esto el número de observaciones

se fijó en 80 operaciones (por interpolación lineal) y se estableció por medio de la tabla X. Esta tabla ofrece el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo

Tabla XII. **Tabla para el número de observaciones**

Tiempo de ciclo (minutos)	Observaciones a realizar
0,1	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,00 a 5,00	15
5,00 a 10,00	10
10,00 a 20,00	8

Fuente: General Electric Company. *Time Study: Manual de los Erie Works*. p. 23.

En el cálculo del tiempo normal se adaptó las valoraciones al trabajo de confección. Para tal fin se utilizarán las tablas de *Westinghouse* que califica los criterios de trabajo en habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. Esta tabla se muestra a continuación:

Tabla XIII. **Tablas de Westinghouse para valoraciones**

Habilidad		Esfuerzo	
+0,15	A1	+0,13	A1
+0,13	A2 - Habilísimo	+0,12	A2 – Excesivo
+0,11	B1	+0,10	B1
+0,08	B2 - Excelente	+0,08	B2 – Excelente
+0,06	C1	+0,05	C1
+0,03	C2 - Bueno	+0,02	C2 – Bueno
0,00	D - Promedio	0,00	D – Promedio
-0,05	E1	-0,04	E1
-0,10	E2 - Regular	-0,08	E2 – Regular
-0,15	F1	-0,12	F1
-0,22	F2 - Deficiente	-0,17	F2 – Deficiente
Condiciones		Consistencia	
+0,06	A - Ideales	+0,04	A – Perfecto
+0,04	B - Excelentes	+0,03	B – Excelente
+0,02	C - Buenas	+0,01	C – Buena
0,00	D - Promedio	0,00	D – Promedio
-0,03	E - Regulares	-0,02	E – Regular
-0,07	F - Malas	-0,04	F – Deficiente

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Medición del trabajo*. p. 32.

Durante la realización del estudio y por medio de videos tomados durante el cronometraje se determinó los factores de valoración siguientes:

Tabla XIV. **Valoraciones seleccionadas para la operación investigada**

	Calificación	Factor
Habilidad	Buena	+0,03
Esfuerzo	Bueno	+0,02
Condiciones	Promedio	0,00
Consistencia	Regular	-0,02
Σ	Total	+0,03

Fuente: elaboración propia, con base en estudio realizado en Planta MATEXSA.

La sumatoria de las valoraciones nos da como resultado un factor total de +0,03. Se debe multiplicar este factor por el tiempo cronometrado para obtener el tiempo normal.

Tabla XV. **Tiempo normal por operación**

No.	Operación	Tiempo cronometrado (seg)	Tiempo normal (seg)
1	Armar cuello	19,301	19,880
2	Afianzar cuello	22,714	23,395
3	Cerrar hombros	21,977	22,636
4	Montar cuello	43,009	44,299
5	Coser manga	22,429	23,102
6	Cerrar costado con etiqueta	17,428	17,951
7	Cerrar costado sin etiqueta	19,700	20,291
8	Ruedo de manga	49,566	51,053
9	Pegar bias a cuello delantero	19,190	19,766

Continuación de la tabla XV.

10	Sobrecoser bias de cuello	47,363	48,784
11	Ruedo Inferior	25,886	26,663
12	Marcar Transfer	23,618	24,327
13	Pegar Transfer	22,013	22,673
14	Inspección y despite final	36,854	37,960
15	Planchado	17,546	18,072
16	Clasificado	5,463	5,627
17	Etiquetado	7,773	8,006
18	Doblado	10,643	10,962
19	Embolsado	8,009	8,249
20	Empacado	15,656	16,126
Total		456,138	469,822

Fuente: elaboración propia, con base en estudio realizado en planta MATEXSA.

El nuevo tiempo incluye las valoraciones de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia; Por lo tanto, el tiempo normal por prenda es de 469,822 segundos o 7,83 minutos. Ahora corresponde calcular el tiempo estándar.

El tiempo estándar es el tiempo que requiere un operario calificado y capacitado trabajando a paso normal para realizar la operación y está determinado de la siguiente manera:

Los suplementos corresponden al tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos que pueden ser de tres tipos, suplementos personales, suplementos por fatiga y retrasos inevitables.

Dichos suplementos son seleccionados por el analista considerando la fatiga y demoras en trabajo de confección.

- Suplementos personales: son interrupciones necesarias para mantener el bienestar de los trabajadores, entre ellas están ir al baño, beber agua, descansos programados, entre otros. Se tiene un suplemento del 4 %.
- Suplementos por fatiga: en los suplementos por fatiga hay dos partes. La parte constante que corresponde a lo que necesita un obrero para llevar su trabajo en buenas condiciones, que es un 4 %, y las variables que, en este caso, son por condiciones de trabajo:
 - Postura ligeramente incómoda = 1 %
 - Uso de la fuerza para levantar 5kg = 2 %
 - Trabajo de precisión 2 %
 - Ruido intermitente y muy fuerte 2 %
 - Monotonía 1 %
 - Trabajo aburrido 2 %

En la siguiente tabla se resume el porcentaje de calificación para cada criterio:

Tabla XVI. **Resumen del porcentaje de suplementos**

Criterio	Porcentaje
Suplementos personales	4
Suplementos por fatiga	4
Postura ligeramente incómoda	1
Uso de la fuerza para levantar 5 kg	2
Trabajo de precisión	2

Continuación de la tabla XVI.

Ruido intermitente y muy fuerte	2
Monotonía	2
Trabajo aburrido	2
Total	19

Fuente: elaboración propia.

Al sumar los suplementos se tiene un porcentaje total de 19 %, lo cual indica que con este porcentaje debemos compensar la fatiga y las demoras en el trabajo. Para calcular el tiempo estándar tomamos el tiempo cronometrado y lo multiplicamos por el porcentaje de suplemento más uno.

Los tiempos estándares se muestran en la siguiente tabla.

Tabla XVII. **Tiempo estándar por operación**

No.	Operación	Tiempo promedio (seg)	Tiempo Normal (seg)	Tiempo Estándar (seg)
1	Armar cuello	19,301	19,880	23,657
2	Afianzar cuello	22,714	23,395	27,841
3	Cerrar hombros	21,977	22,636	26,937
4	Montar cuello	43,009	44,299	52,716
5	Coser manga	22,429	23,102	27,491
6	Cerrar costado con etiqueta	17,428	17,951	21,361
7	Cerrar costado sin etiqueta	19,700	20,291	24,146
8	Ruedo de manga	49,566	51,053	60,753

Continuación de la tabla XVII.

9	Pegar bies a cuello delantero	19,190	19,766	23,521
10	Sobrecoser bies de cuello	47,363	48,784	58,053
11	Ruedo Inferior	25,886	26,663	31,728
12	Marcar Transfer	23,618	24,327	28,949
13	Pegar Transfer	22,013	22,673	26,981
14	Inspección y despite	36,854	37,960	45,172
15	Planchado	17,546	18,072	21,506
16	Clasificado	5,463	5,627	6,696
17	Etiquetado	7,773	8,006	9,527
18	Doblado	10,643	10,962	13,045
19	Embolsado	8,009	8,249	9,817
20	Empacado	15,656	16,126	19,190
Total		456,138	469,822	559,088

Fuente: elaboración propia, con base en estudio realizado en planta MATEXSA.

Con el tiempo estándar se puede analizar los datos referentes a la línea de producción; la operación cuello de botella la ubicamos en la operación 8: Ruedo de manga. Por lo tanto la velocidad de la línea es de 60,753 segundos/pieza, o bien, 1,01 pieza por minuto. Esta es la velocidad de la línea porque es la operación más lenta.

Al observar y analizar el comportamiento del sistema conformado por la línea de confección se puede adelantar que se puede lograr un margen de mejora en varios aspectos:

- Estandarización: varias operaciones no empiezan en un mismo punto, desarrollo y finalización en un mismo punto. Por lo tanto, el desempeño de los operadores es en gran parte empírico. Lograr definir un sistema

secuencial de operaciones aportará una reducción de tiempo, errores, reprocesos, entre otros. Esto se evaluará en los siguientes capítulos.

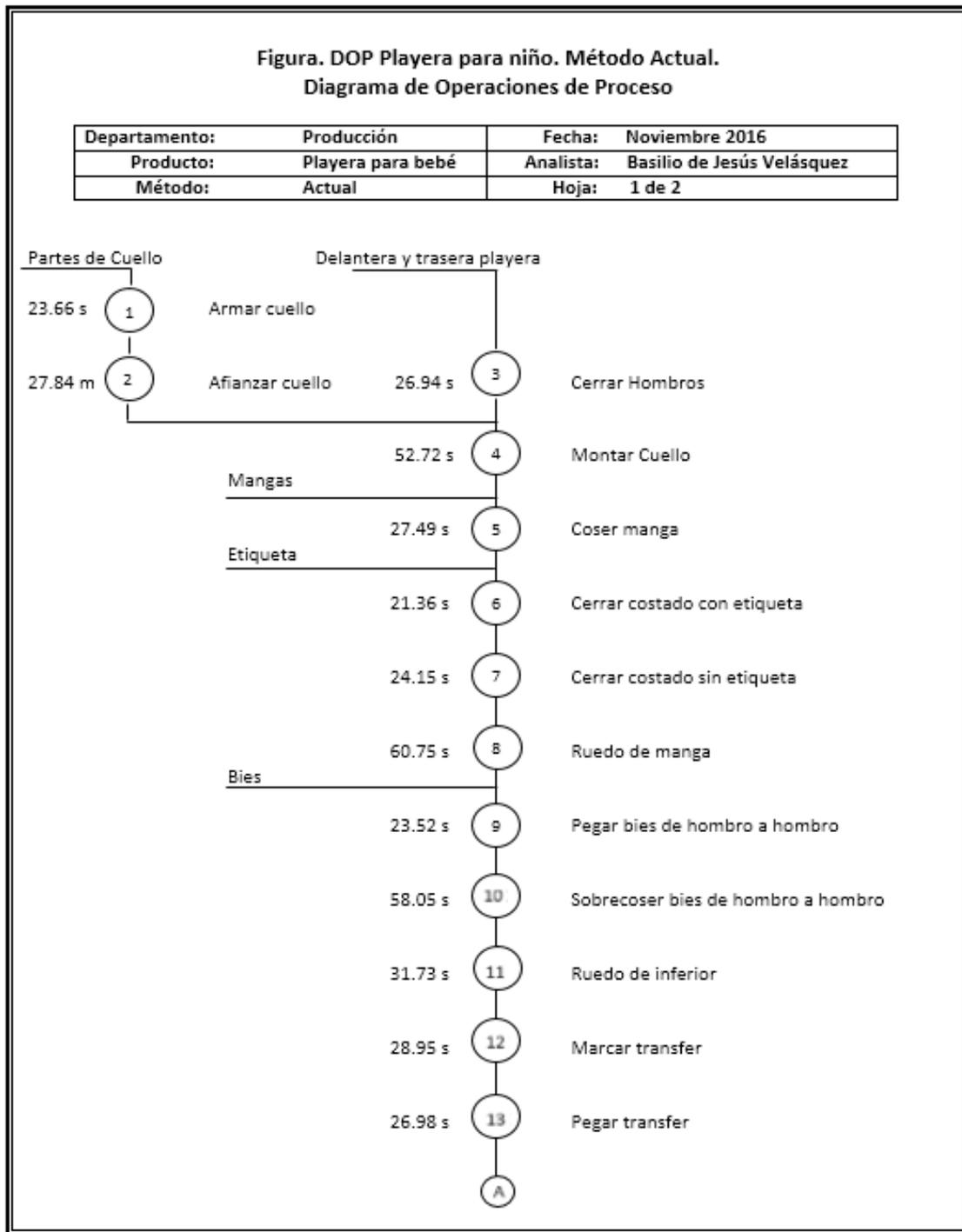
- Manejo de materiales: no es aprovechado al máximo el tiempo, lugar, cantidad y espacio en la operación del sistema de confección. Los diagramas de recorrido, proceso y otros aportarán soluciones para aumentar la eficiencia de la línea.

La implementación permanente del sistema “just intime” en los aditamentos, mantenimiento de maquinaria y actividades previas a cada corrida de producción aportará un mejor uso del recurso más importante: tiempo.

2.9. Diagramas de operación de proceso actual

En la figura 8 se presenta el diagrama de operaciones actual de la empresa.

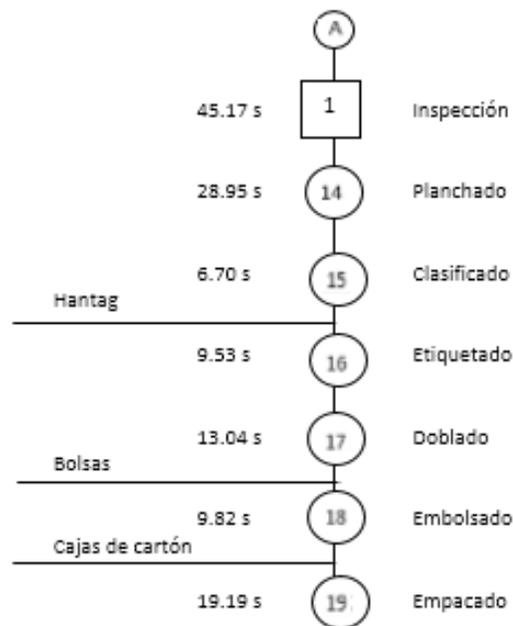
Figura 8. DOP actual playera 503001



Continuación figura 8.

Figura. DOP Playera para niño. Método Actual.
Diagrama de Operaciones de Proceso

Departamento:	Producción	Fecha:	Noviembre 2016
Producto:	Playera para bebé	Analista:	Basilio de Jesús Velásquez
Método:	Actual	Hoja:	2 de 2



RESUMEN		
EVENTO	NÚMERO	TIEMPO (segundos)
Operaciones	19	513.94
Inspecciones	1	45.17

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2016.

El diagrama de operación de proceso muestra que hay 20 estaciones de trabajo, las cuales se dividen de la siguiente forma: 19 operaciones a lo largo del proceso con un tiempo de 513,92 segundos o 8,56 minutos, 1 operación combinada con un tiempo de 45,18 segundos o 0,75 minutos.

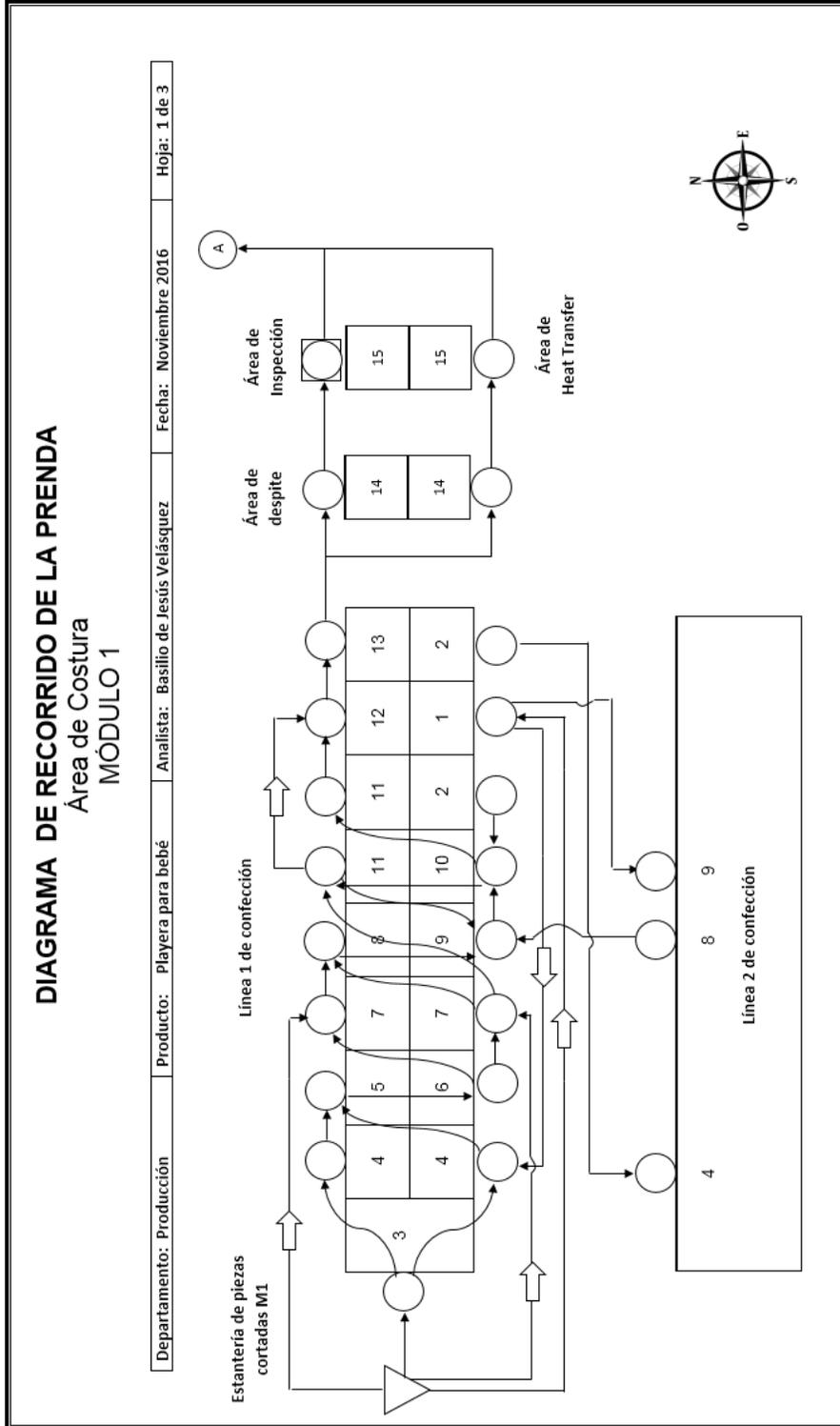
La operación rueda de manga es la operación más lenta con un tiempo de 60,75 segundos, por lo que marca el ritmo de la línea. Hay varias operaciones que pueden ser analizadas por medio de un diagrama bimanual y eliminar el tiempo no efectivo, lo que ayudará a reducir el tiempo de operación puesto que se ha demostrado que no hay un mismo punto de inicio, desarrollo y final en la mayoría de las operaciones. Otras operaciones pueden combinarse para ajustar más al tiempo productivo. Esto se comprobará en los siguientes capítulos.

2.10. Diagrama de recorrido de proceso actual

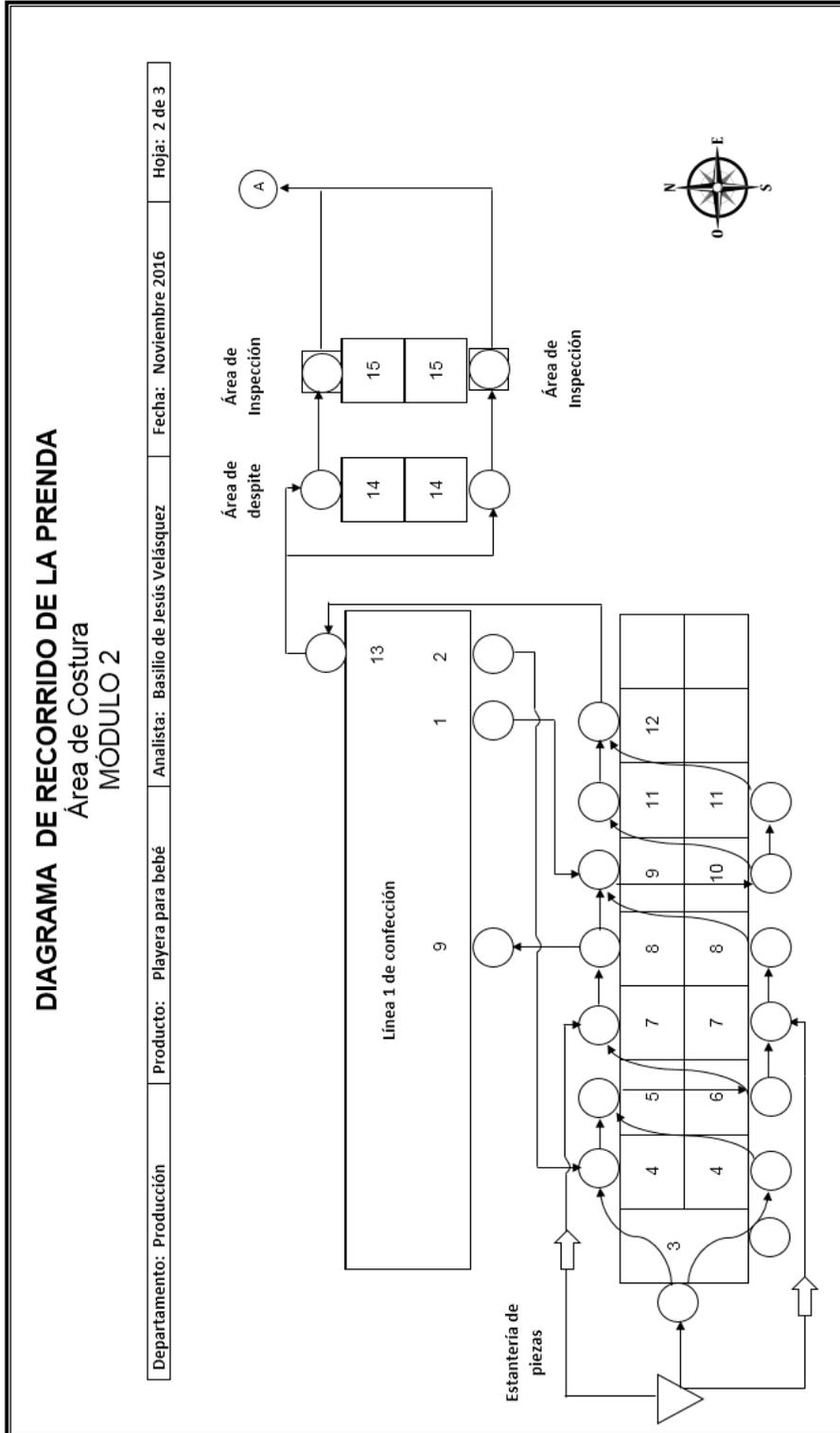
El diagrama de proceso de recorrido muestra el trayecto del flujo de producto en proceso pasando por 20 estaciones de trabajo y 13 traslados de materiales con una distancia mayor a 1,5 m en la estación 1. Hay una distancia por recorrer de 15 metros desde la estantería de piezas cortadas hasta la estación 1 y 15 metros más entre las estaciones 1 y 2. Otras estaciones se encuentran distribuidas de forma empírica, por lo que crean traslados innecesarios y confusiones en el recorrido de material, como las estaciones 4 a la 9. Otras estaciones en donde se crean traslados innecesarios son en las operaciones 15, 16 y 17. Más adelante se propondrán soluciones que minimicen los traslados al utilizar el balance de líneas y definir la cantidad de estaciones necesarias para las distintas operaciones y desde este punto utilizar sólo los traslados necesarios.

Cabe mencionar que en el diagrama de recorrido aparecen varias estaciones que no forman parte del estudio, debido a que pertenecen a otras líneas de producción; por lo tanto, no afecta al mismo. Únicamente en las operaciones de pegado de transfer, inspección, embolsado, empacado, se comparten trabajadores manuales para realizar las distintas tareas porque en ellos desembocan la parcialidad o totalidad de la confección de las líneas.

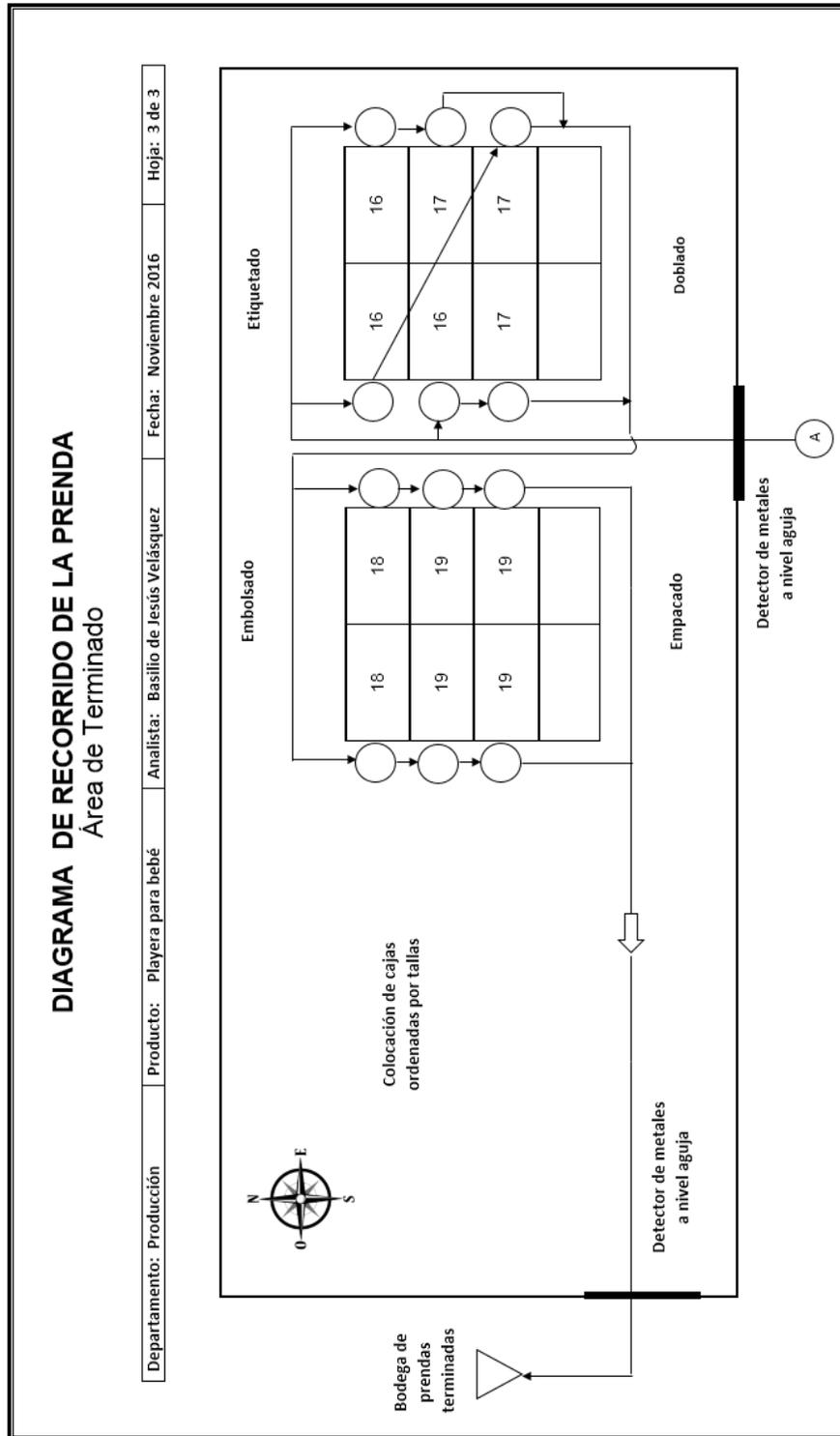
Figura 9. **DRP playera 503001**



Continuación de la figura 9.



Continuación de la figura 9.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2016.

3. PROPUESTA DE MEJORA

La propuesta de mejora abarcará únicamente el proceso de confección de playeras y presenta las distintas facetas del análisis previo a la confección de la misma, para su posterior implementación. Como tema de estudio y para tener resultados claros y consistentes entre la situación actual de MATEXSA y la propuesta de mejora, se planificó con meses de anticipación el estudio correspondiente. En el capítulo 2 se analizó la confección de la playera 503001; en la realización del capítulo 3 se tomó la playera 405971, que en su construcción de costura es similar a la playera 503001 y la única diferencia es el color de la tela y diseño de serigrafía y los meses en que el cliente realizó el pedido. En la propuesta de mejora se analiza el proceso ideal para la confección, mano de obra y maquinaria requerida, el tiempo de ejecución; además de la planificación y el balanceo de las líneas de producción.

Como punto de partida se tiene que la fábrica puede producir 1 100 playeras cuello redondo en las condiciones óptimas, por lo que será este el principal indicador para la mejora en la eficiencia. Se afirma que actualmente la eficiencia es del 100 % si la línea de producción produce ese número de piezas por día. Este dato se obtiene a partir de los antecedentes y registros de MATEXSA. Se estará desarrollando cada etapa o herramienta aplicada paso por paso.

3.1. Ingeniería del producto

A continuación, se presentan las fases del producto.

3.1.1. Secuencia de operaciones

A continuación, se describe la secuencia de operaciones propuesta en la confección de playeras, las demás herramientas aplicadas se desarrollan a lo largo del capítulo 3.

Las piezas por confeccionar provienen del área de corte y se colocan en la estantería de piezas cortadas, ubicadas al principio de cada módulo. Se inicia con 3 grupos de operaciones bien definidas conformadas por las operaciones de preparación, las operaciones principales y las operaciones de terminado, así como la inclusión de piezas cortadas, aditamentos o materiales necesarios para la confección de la playera objeto de estudio.

En el grupo de operaciones de preparación conformadas por el procesamiento de las partes del cuello, ingresa a la línea las partes del cuello y se realizan las siguientes operaciones: “se arma el cuello” y “se afianza o asegura el cuello” (para que la prenda no se descosa). Esta parte de preparación es necesario haberla procesado antes del “montaje del cuello”.

Entre las operaciones principales, se inicia con la unión las piezas delantera y trasera de la playera; a dicha operación se le denomina “cerrar hombro”; en la siguiente se “monta el cuello”, la cual describe la unión de las piezas de preparación a las piezas de las operaciones principales. Se procede a montar una manga por operario; luego se continúa cosiendo el costado con etiqueta y el costado sin etiqueta, a estas operaciones se les denomina “cerrar costado con etiqueta” y “cerrar costado sin etiqueta”, respectivamente. Posteriormente se sobrecose la bocamanga. A esta operación se le denomina “montar manga”. De igual manera se realiza un montaje de manga por operario. Luego se le añade la tapacostura que tendrá un largo de hombro a hombro. A esta operación se le

llama “coser bias de hombro a hombro”. Luego se cose nuevamente para obtener la operación “dobrecoser bias de hombro a hombro” y asegurar la prenda en su parte superior. Posteriormente se procesa el “ruedo inferior” de la prenda. En la antepenúltima operación de las operaciones principales se “marca la posición del Heat Transfer” y se pega el “Heat Transfer”. Se inspecciona la prenda por defectos de costura.

La secuencia de las operaciones se ve afectada desde la operación 1 que comienza en un sitio que no beneficia a la secuencia lineal de producción de playeras. El área de corte se encuentra a 15 m de distancia de la operación 1 que además se encuentra a 15 m de la operación 2. Esta distancia debe ser tomada en cuenta y se debe mantener un stock en prendas de como mínimo 60 minutos.

El Departamento de Corte debe tomar en cuenta el stock en piezas las estaciones que tienen contacto inicial con las piezas cortadas se proponen que se siga la siguiente forma:

Tabla XVIII. **Operaciones iniciales**

Estación	Tiempo estándar (Seg)	Stock en piezas
Cerrar hombros	23,657	115 pares
Armar cuello	27,84	95 unidades
Coser manga	27,49	75 pares

Fuente: elaboración propia.

Es necesario considerar también la readecuación del almacenaje de piezas cortadas para que sean colocadas cerca de los operarios, con el fin de reducir el

tránsito de personas y piezas y que sean llevadas directamente al puesto donde se necesitarán por los encargados de corte.

La distancia encontrada entre la estación 1 y estación 2 necesita una reestructuración que puede consistir en colocar la estación 1 al lado de la 2, implementando junto con este movimiento la readecuación del almacenaje.

El grupo de operaciones de terminado se conforman por operaciones manuales, despunte, control de calidad, pegado de transfer, embolsado y empacado.

3.1.2. Mano de obra

La empresa trabaja de lunes a jueves de 8:00 a 18:00 horas, para un total de 9 horas diarias y viernes de 8:00 a 17:00 horas, para un total de 8 horas del viernes. Esto semanalmente suma 44 horas. Según el Código de Trabajo, los empleados que laboren 44 horas semanales, para efectos de pago, se calcula sobre 48 horas semanales. Esta jornada se conoce como jornada diurna. La hora de almuerzo es de 12:00 a 13:00 horas. Se trabajan horas extras solo en épocas de demanda alta de productos, lo cual sucede de 2 a 3 veces al año.

Para que puedan funcionar los 2 módulos en el área de confección se requiere aproximadamente de 26 a 30 personas. El estudio se llevó a cabo con 14 operarios por cada módulo. En otras áreas como manuales (despunte, inspección, doblar, trasladar prendas, marcar y colocar transfer hay 14 personas, todos ellos conforman la mano de obra directa de MATEXSA, que son quienes tienen contacto directo con el proceso de producción. La mayoría de operarios son polivalentes, es decir, tienen la habilidad de realizar dos o más tareas. Esto busca sacar el máximo provecho y será parte fundamental en el balanceo de la

línea a lo largo del tiempo de producción. Se introducirán novedades como *Pull Production*, que significa tirar de la producción, que es necesario cuando el flujo de trabajo no sea continuo, alguna máquina falle o suceda algún imprevisto. Los supervisores o encargados de producción para los 2 módulos lo conforman 4 personas, que son la mano de obra indirecta porque no tienen un contacto directo con la producción

Una de las restricciones del proceso de confección que se prevé afecten la cantidad óptima de mano de obra requerida será la ausencia de operarios durante el día de manera parcial o total por diferentes motivos, entre los cuales están las citas al IGSS, suspensiones, licencias o permisos.

Para mejorar la eficiencia de la mano de obra se recomienda implementar la manufactura flexible. Una de las principales ventajas es la reducción del índice de ausentismo laboral porque se trabaja en grupos formados por un número determinado de personas que son responsables directamente de un proceso. Una de las principales características es que los trabajadores sean polifuncionales. El método del trabajo en equipo ayuda incluso a mejorar la percepción de los trabajadores hacia su labor, lo que incrementa la salud y crea un mejor ambiente laboral.

En términos de costos, MATEXSA maneja su sistema basado en la eficiencia de los trabajadores, la cual, se divide en distintos rangos de eficiencia que va desde el 70 % al 100 %. Según el rango de eficiencia es asignado el nivel que va desde el nivel inferior "D" hasta el superior "A". Las tareas más básicas se realizan por los trabajadores "manuales", que consiste en doblar prendas, despitar, trasladar prendas de una estación a otra, controlar que las estaciones de trabajo donde ingresan piezas cortadas mantengan lo necesario para funcionar, entre otros. Las tareas con máquinas de costura se realizan por

operarios y en este grupo se aplica el rango de eficiencia e incentivos. El supervisor de la línea es el encargado del funcionamiento óptimo de la línea de producción. A continuación, se detalla el sistema de costos utilizado por MATEXSA:

Tabla XIX. **Costos de mano de obra directa e indirecta**

Rango de eficiencia	Nivel	Trabajador	Incentivo	Salario
-	A	Supervisor	Q 50/día	Base
$E > 100$	B	Operario	Q 28/día	Mínimo
$100 \geq E \geq 70$	C	Operario	Q 20/día	Mínimo
$E < 70$	D	Operario	0	Mínimo
-	-	Manual	0	Mínimo

Fuente: elaboración propia.

Se propone un complemento al sistema actual de costos e incentivos de MATEXSA, como añadido al motivador financiero. Los motivadores de reconocimiento, convivencias o viajes en grupos, salidas laborales más tempranas por logro de metas propuestas, son algunos temas que se desarrollarán a lo largo del estudio.

3.1.3. Materiales

Al analizar los métodos de operación de fabricación de playeras hay varios puntos por considerar, en función de examinar las posibilidades existentes para materiales directos e indirectos.

Los materiales utilizados para la fabricación de playeras código 405971 son los siguientes:

Tabla XX. **Materiales utilizados en playera**

Material	En hoja de especificación pedido	Traducción
Etiqueta	Care label	Etiqueta de cuidado
	Tracking label	Etiqueta de código de estilo
	Price ticket	Etiqueta de precio
	Hangtag	Etiqueta de marca
Hilo	DTM (70/2) 100 % Polyester	Hilo 100 % poliéster, calibre hilo o grosor 70, calibre trenzado 2
Tela	Jersey Cotton	Algodón Jersey
	Binding de cuello	Tapacostura
	Rib Neck	Cuello de Rib (tipo de tela) 1x1 (Mezcla de tela)

Fuente: elaboración propia, con base en datos del Departamento de Producción.

3.1.4. Materia prima

La tela que se usará en la confección de playeras según los requerimientos del cliente norteamericano es el algodón Jersey, debido al producto que se va a confeccionar. Este tipo de tela es conocido por su tacto suave y su perfecta caída; se utiliza mayormente para camisetas, ropa deportiva, infantil, es favorita por darle un toque de suavidad, elasticidad y comodidad. La tela deriva su nombre de la isla Jersey ubicada entre Francia y Gran Bretaña. Con relación al hilo está

compuesto por 100 % poliéster de grosor 70 y trenzado 2. Dado que la industria textil realiza un desarrollo continuo de nuevos procesos para fabricar y refinar materiales, es necesario que exista una persona encargada de revisar las publicaciones mensuales sobre materia prima, materiales y su costo aproximado para mantenerse a la vanguardia utilizando el material más competitivo.

Uno de los principales puntos de ahorro en la fabricación de prendas de vestir es la estandarización de materiales con el fin de minimizar tamaños, formas, grados, entre otros, de cada material utilizado en los procesos de producción.

Los siguientes son ahorros que pueden lograrse si se estandarizan los materiales:

- Las órdenes de compra se hacen por cantidades mayores, que casi siempre se traducen en costo menor por unidad.
- El inventario es menor.
- Deben pagarse menos facturas lo que desemboca en menor control administrativo.
- Menos espacio para los materiales en el almacén.
- Menos cotizaciones y órdenes de compra.

En el sector productivo textil se encuentra en auge el desarrollo de tejidos sintéticos, que no solo es mucho más fácil de manejar y tiene menos deficiencias que el tejido natural, sino que es más barato; sin embargo, el uso de sintéticos

es una acción que daña el ambiente debido a su largo tiempo de degradación al momento de ser desechado.

En el caso de MATEXSA la materia prima está establecida por el cliente por lo que se tienen ciertas limitaciones en la selección de quien surtirá materiales, suministros y partes y los diferentes precios que se puedan obtener, sin embargo, en materia de insumos el departamento de compras debe encargarse de mantener actualizadas sus listas de precios y sus cotizaciones.

La materia prima que se utilizará para la confección de playeras tipo 405971 varía por cada estilo; en general se utiliza tela de algodón, hilo de algodón, serigrafía y 4 etiquetas, material de empaque (bolsa, cercha, caja).

3.1.5. Maquinaria

La maquinaria necesaria para confeccionar las playeras tipo 405971 son las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XXI. **Maquinaria utilizada por módulo**

Maquinaria	Módulo 1	Módulo 2	Extras	Total
Overlok	7	8	0	15
Collaretera	4	5	2	11
Plana	2	0	5	7
Cerradora	1	1	0	2
Total	14	14	7	35

Fuente: elaboración propia.

Una restricción que se prevé en el diagrama de recorrido de la prenda es la falta de dos máquinas collareteras más para ajustar óptimamente las líneas de confección, por lo que se analizará la mejor alternativa para dicha restricción.

Antes de arrancar con la producción de estudio se tomará un tiempo para dar mantenimiento a las máquinas de confección, puesto que en planta no hay un plan de mantenimiento preventivo y las máquinas usualmente fallan en cualquier momento, por lo que es necesario detener la producción y repararla. Esto conlleva a pérdidas de distinto tipo.

A continuación, se presenta un resumen del tipo de máquina requerido por operación:

Tabla XXII. **Maquinaria requerida para la confección de la playera 405971**

No.	Operación	Maquinaria requerida
1	Armar cuello	Plana
2	Afianzar cuello	Collaretera
3	Cerrar hombros	Overlok 3
4	Montar cuello	Overlok 3
5	Coser manga	Overlok 3
6	Cerrar costado con etiqueta	Overlok 4
7	Cerrar costado sin etiqueta	Overlok 4
8	Ruedo de manga	Collaretera
9	Pegar bies a cuello delantero	Cerradora de brazo
10	Sobrecoser bies de cuello	Collaretera
11	Ruedo Inferior	Collaretera

Continuación de la tabla XXII.

12	Marcar Heat Transfer	Manual
13	Pegar Heat Transfer	Manual
14	Inspección y despitado final	Manual
15	Planchado	Manual
16	Clasificado	Manual
17	Etiquetado	Manual
18	Doblado	Manual
19	Embolsado	Manual
20	Empacado	Manual

Fuente: elaboración propia.

3.2. Ingeniería de métodos

Es la técnica encargada de incrementar la productividad con los mismos recursos.

3.2.1. Estudio de tiempos

- Selección del operario

Se debe realizar el estudio con un operador con trabajo promedio; no debe ser muy rápido ni muy lento, debe tener toda la disposición de colaborar y, sobre todo, la experiencia en el proceso. De esta forma, el analista de métodos se garantiza que el tiempo tomado es el correcto para la operación.

Para fines de estudio se tomó una corrida de observaciones para la operación “montar cuello” con los operadores que mantenían un tiempo

aproximado al promedio. De 6 operarios capacitados para realizar la operación se obtuvo el siguiente tiempo:

Tabla XXIII. **Tiempos para la selección de operario**

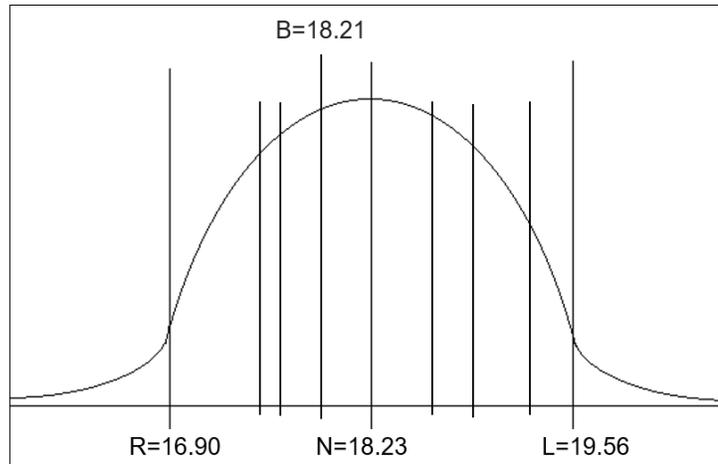
Operario	Tiempo (segundos)
A	17,42
B	18,21
C	18,54
D	18,49
E	17,55
F	19,24
Promedio	18,23

Fuente: elaboración propia.

El cálculo de la desviación estándar: $\sigma = 0,664$ seg.

A continuación, se muestra la distribución de los tiempos obtenidos con una tolerancia de $+2\sigma$ y -2σ , para una exactitud del 95 %, con los siguientes valores: R = 16,90 seg. y L = 19,56 seg.

Figura 10. **Gráfica de selección del operario**



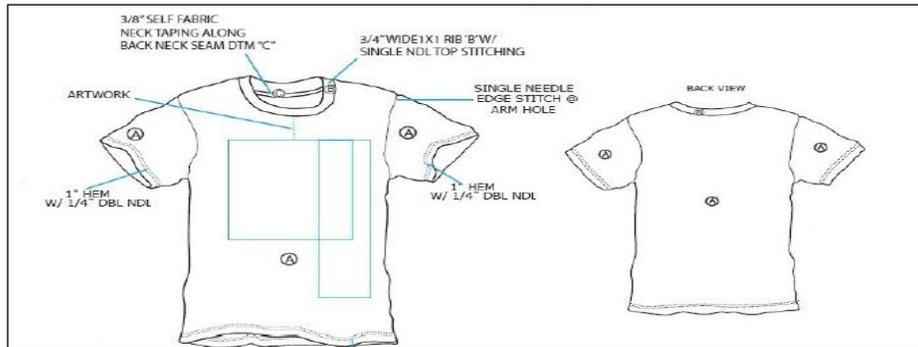
Fuente: elaboración propia.

El operario B, con un tiempo de 18,21, segundos es quien se acerca más al tiempo buscado, por lo que se selecciona el operario del grupo 1 de la línea 2 con producción por módulo compuesta por 14 personas. Este procedimiento se repite en las siguientes estaciones.

- Selección de la operación

Para el estudio de tiempos se investigará la confección de la prenda 405971, que consiste en una playera cuello redondo de manga corta. El esquema de fabricación de las playeras es el siguiente:

Figura 11. Esquema de playera cuello redondo estándar



Fuente: elaboración propia, Hoja de especificación de costura, MATEXSA.

- Método de cronometración

La toma de tiempos se realizó de forma continua debido a que los elementos son en intervalos muy cortos, por lo que fue necesario tomar el tiempo de elaboración de varias piezas y dividirlo entre el número de piezas para obtener el tiempo unitario promedio.

- Determinación del número de observaciones

Para encontrar el número de observaciones recomendado para el proceso de elaboración de playeras se tomó los datos históricos de la producción. Los tiempos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XXIV. **Tiempo cronometrado para la elaboración de playera**

No.	Operación	Tiempo promedio (seg)
1	Armar cuello	19,301
2	Afianzar cuello	22,714
3	Cerrar hombros	21,977
4	Montar cuello	43,009
5	Coser manga	22,429
6	Cerrar costado con etiqueta	17,428
7	Cerrar costado sin etiqueta	19,700
8	Ruedo de manga	49,566
9	Pegar bias a cuello delantero	19,190
10	Sobrecoser bias de cuello	47,363
11	Ruedo Inferior	25,886
12	Marcar Transfer	23,618
13	Pegar Transfer	22,013
14	Inspección y despitado final	36,854
15	Planchado	17,546
16	Clasificado	5,463
17	Etiquetado	7,773
18	Doblado	10,643
19	Embolsado	8,009
20	Empacado	15,656
Total		456,138

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, hay 329,76 segundos o 5,49 minutos para 14 operaciones, por lo que el tiempo promedio de ciclo es de 0,40 minutos. Con base en esto, el número de observaciones se fijó en

76 operaciones (por interpolación lineal) y se estableció por medio de la tabla X. Esta ofrece el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo.

Tabla XXV. **Estándares para número de observaciones**

Tiempo de ciclo (minutos)	Observaciones por realizar
0,1	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,00 a 5,00	15
5,00 a 10,00	10
10,00 a 20,00	8

Fuente: General Electric Company. *Time Study Manual de los Erie Works*. p. 18.

3.2.2. Tiempo cronometrado

Según la tabla de General Electric, se debe tomar el tiempo para la elaboración de 60 piezas. En este caso, para obtener el tiempo por unidad se divide dentro del número de unidades producidas debido al tiempo reducido de cada elemento.

Los tiempos cronometrados se detallan a continuación:

Tabla XXVI. **Tiempo cronometrado para la elaboración de playera 405971**

No.	Operación	Tiempo cronometrado (seg)
1	Armar cuello	18,81
2	Afianzar cuello	22,22
3	Cerrar hombros	21,58
4	Montar cuello	42,59
5	Coser manga	21,52
6	Cerrar costado con etiqueta	16,52
7	Cerrar costado sin etiqueta	19,21
8	Ruedo de manga	48,07
9	Pegar bias a cuello delantero	18,79
10	Sobrecoser bias de cuello	46,84
11	Ruedo Inferior	25,34
12	Marcar Transfer	23,12
13	Pegar Transfer	21,06
14	Inspección y despitado final	36,32
15	Planchado	17,05
16	Clasificado	5,15
17	Etiquetado	7,26
18	Doblado	10,12
19	Embolsado	7,5
20	Empacado	15,12
Total		444,19

Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Tiempo normal

Para el cálculo del tiempo normal es necesario determinar las valoraciones adaptadas al trabajo realizado. Para tal fin se utilizarán las tablas de Westinghouse que corresponden a cuatro criterios, entre los cuales están habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. La tabla se muestra a continuación.

Tabla XXVII. **Tabla de Westinghouse para valoraciones**

Habilidad		Esfuerzo	
+0,15	A1	+0,13	A1
+0,13	A2 - Habilísimo	+0,12	A2 – Excesivo
+0,11	B1	+0,10	B1
+0,08	B2 - Excelente	+0,08	B2 – Excelente
+0,06	C1	+0,05	C1
+0,03	C2 - Bueno	+0,02	C2 – Bueno
0,00	D - Promedio	0,00	D – Promedio
-0,05	E1	-0,04	E1
-0,10	E2 - Regular	-0,08	E2 – Regular
-0,15	F1	-0,12	F1
-0,22	F2 - Deficiente	-0,17	F2 – Deficiente
Condiciones		Consistencia	
+0,06	A - Ideales	+0,04	A – Perfecto
+0,04	B - Excelentes	+0,03	B – Excelente
+0,02	C - Buenas	+0,01	C – Buena
0,00	D - Promedio	0,00	D – Promedio
-0,03	E - Regulares	-0,02	E – Regular
-0,07	F – Malas	-0,04	F – Deficiente

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Medición del trabajo*. p. 32.

De acuerdo con las características observadas durante la cronometración y videos tomados los días del estudio, se determinó que los factores de valoración son los siguientes:

Tabla XXVIII. **Valoraciones seleccionadas para la operación investigada**

	Calificación	Factor
Habilidad	Buena	+0,04
Esfuerzo	Bueno	+0,02
Condiciones	Promedio	0,00
Consistencia	Regular	-0,02
Total		+0,04

Fuente: elaboración propia.

Una vez determinadas las valoraciones después del análisis de la operación se procede a calcular el tiempo normal. Este es el tiempo que requiere un operario normal para realizar la operación y se determina de la manera siguiente:

$$Tiempo\ normal = Tiempo\ cronometrado \left(\frac{factor}{100} \right)$$

Dado que el factor es 0,04 positivo, se considera como 104 % y se debe multiplicar cada tiempo cronometrado por el mismo.

Tabla XXIX. **Tiempo normal de las operaciones para playera 405971**

No.	Operación	Tiempo cronometrado (seg)	Tiempo normal (seg)
1	Armar cuello	18,81	19,56
2	Afianzar cuello	22,22	23,11
3	Cerrar hombros	21,58	22,44
4	Montar cuello	42,59	44,29
5	Coser manga	21,52	22,38
6	Cerrar costado con etiqueta	16,52	17,18
7	Cerrar costado sin etiqueta	19,21	19,98
8	Ruedo de manga	48,07	49,99
9	Pegar bias a cuello delantero	18,79	19,54
10	Sobrecoser bias de cuello	46,84	48,71
11	Ruedo Inferior	25,34	26,35
12	Marcar Transfer	23,12	24,04
13	Pegar Transfer	21,06	21,90
14	Inspección y despitado final	36,32	37,77
15	Planchado	17,05	17,73
16	Clasificado	5,15	5,36
17	Etiquetado	7,26	7,55
18	Doblado	10,12	10,52
19	Embolsado	7,5	7,80
20	Empacado	15,12	15,72
Total		444,190	461,96

Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Tiempo estándar

El cálculo del tiempo estándar radicaré en una de las mejoras significativas, puesto que se toman en cuenta las operaciones en particular y no el conjunto de operaciones o la línea de producción como el cálculo tradicional. Como se detalló, a cada operación se le asigna un valor de suplementos distinto debido a varios factores: revoluciones por minuto de las máquinas de costura, experiencia, recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo; lo que se traduce en un tiempo más exacto en la realización del trabajo. A continuación, se detalla el cálculo del tiempo estándar.

Tabla XXX. **Tiempo estándar por operación**

No.	Operación	Tiempo Cronometrado (seg)	Tiempo Normal (seg)	Tiempo Normal + Suplementos	Tiempo Estándar (seg)
1	Armar cuello	18,81	19,56	121,5 %	23,77
2	Afianzar cuello	22,22	23,11	115,6 %	26,71
3	Cerrar hombros	21,58	22,44	114,5 %	25,70
4	Montar cuello	42,59	44,29	114,5 %	50,72
5	Coser manga	21,52	22,38	114,5 %	25,63
6	Cerrar costado con etiqueta	16,52	17,18	116,5 %	20,02
7	Cerrar costado sin etiqueta	19,21	19,98	116,5 %	23,27
8	Ruedo de manga	48,07	49,99	115,6 %	57,79
9	Pegar bias a cuello delantero	18,79	19,54	118,6 %	23,18
10	Sobrecoser bias de cuello	46,84	48,71	115,6 %	56,31
11	Ruedo Inferior	25,34	26,35	115,6 %	30,46
12	Marcar Transfer	23,12	24,04	114,5 %	27,53
13	Pegar Transfer	21,06	21,90	114,5 %	25,08

Continuación de la tabla XXX.

14	Inspección y despitado final	36,32	37,77	114,5 %	43,25
15	Planchado	17,05	17,73	114,5 %	20,30
16	Clasificado	5,15	5,36	114,5 %	23,18
17	Etiquetado	7,26	7,55	114,5 %	8,65
18	Doblado	10,12	10,52	114,5 %	12,05
19	Embolsado	7,5	7,80	114,5 %	8,93
20	Empacado	15,12	15,72	114,5 %	18,00
Total		444,19	461,96	114,5 %	533,49

Fuente: elaboración propia.

3.3. Gestión de la producción

Para planificar adecuadamente el área de producción, se procederá a solicitar con quince días de anticipación las órdenes de producción, en la cual se detalla el código de la prenda, descripción, cantidad, entre otros. Dicho pedido está dividido en playeras para niño y playeras para bebé. A continuación, se presenta un cuadro resumen que muestra la distribución de playeras infantiles por confeccionar. El pedido consta de 39 378 unidades.

Tabla XXXI. **Detalle de playeras a confeccionar por estilo**

Código prenda	Estilo playera	Cantidad
405971	Team Stregth	632
405972	New Script	2 018
405973	Distredded Logo	918
405974	City Stripes Graphic	770

Continuación de la tabla XXXI.

405975	TCP	1 490
405976	Batter Equipement	7 850
405977	Vintage Fan Pro	7 082
405978	Team on Top	5 450
405979	Ball Electric	5 834
405980	Vintage Fan	4 058
405981	Distressed Logo	1 298
405982	Team Prop	1 396
405983	Logo Tee	5 82
	Total	39 378

Fuente: elaboración propia, Departamento de Producción, MATEXSA.

Para dicha confección se disponen de 20 días hábiles.

Posteriormente se solicitará con varios días de anticipación las especificaciones de construcción de la prenda, puesto que antes de esta faceta provenía el mayor inconveniente para planificar los recursos del área de producción. Las especificaciones de construcción de la prenda son las mismas para el pedido, la tela, hilo. La variación se da en la tonalidad de colores.

3.4. Planificación de la producción

La planificación de la producción se calculó por medio de los diferentes tipos de stock que se maneja en un sistema de manufactura flexible. Se tiene el stock intermedio deseado, stock en máquina deseado y stock en proceso deseado, que es la unión de los anteriores.

- Stock intermedio deseado = 30 minutos de producción
- Stock en máquina deseado = 10 prendas
- Stock en proceso = 1+2

Con los datos anteriores se procede a calcular las prendas necesarias por cada stock, determinado por el número de operarios encontrado en el balance de líneas. Cabe destacar que el estudio se realizó en el área de confección, por lo que se consideraron los cálculos correspondientes hasta el clasificado.

Tabla XXXII. **Determinación del stock en proceso en cantidad de prendas**

No.	Operación	Stock intermedio	Stock en máquina	Stock en proceso
1	Armar cuello	136	10	146
2	Afianzar cuello	136	10	146
3	Cerrar hombros	136	10	146
4	Montar cuello	136	10	146
5	Coser manga	136	10	146
6	Cerrar costado con etiqueta	136	10	146
7	Cerrar costado sin etiqueta	136	10	146
8	Ruedo de manga	136	10	146
9	Pegar bias a cuello delantero	136	10	146
10	Sobrecoser bias de cuello	136	10	146
11	Ruedo Inferior	116	30	146
12	Marcar Transfer	136	10	146
13	Pegar Transfer	136	10	146

Continuación de la tabla XXXII.

14	Inspección y despitado final	136	10	146
15	Planchado	126	20	146
16	Clasificado	136	10	146
			Total	2 336

Fuente: elaboración propia.

Obtenido el dato de las 2 336 prendas en proceso y sabiendo que en la planta se tiene un estándar de 1 100 prendas producidas por día, se tiene el siguiente indicador:

$$Días\ en\ proceso = \frac{2\ 337\ prendas}{1100\ \frac{prendas}{día}} = 2,12\ días\ en\ proceso$$

Para la programación es necesario respetar el stock en proceso a partir del inventario inicial conocido.

Se tomó como ejemplo el inventario inicial de un día X de producción de este pedido; luego se comparó con el stock deseado para establecer una diferencia y de esta forma obtener la cantidad programada para el día siguiente.

Tabla XXXIII. Programación y control diario

No.	Operación	Inventario inicial día 1	Stock en proceso deseado	Diferencia	Cantidad programada día 2
1	Armar cuello	113	146	-33	174
2	Afianzar cuello	139	146	-7	150
3	Cerrar hombros	126	146	-20	156
4	Montar cuello	129	146	-17	166
5	Coser manga	123	146	-23	174
6	Cerrar costado con etiqueta	122	146	-24	170
7	Cerrar costado sin etiqueta	120	146	-26	172
8	Ruedo de manga	143	146	-3	149
9	Pegar bies a cuello delantero	144	146	-2	146
10	Sobrecoser bies de cuello	150	146	4	146
11	Ruedo Inferior	124	146	-22	168
12	Marcar Transfer	135	146	-11	160
13	Pegar Transfer	136	146	-10	160
14	Inspección y despitado final	126	146	-20	169
15	Planchado	138	146	-8	157
16	Clasificado	166	146	20	172
	Total		2 336		

Fuente: elaboración propia.

La programación diaria se puede hacer de la forma anterior, siempre tomando en cuenta el inventario con el que iniciará operaciones la línea de producción, la diferencia al stock en proceso esperado y la planificación para el día actual.

La tabla anterior se hace con base en las tablas encontradas en esta sección y en la sección 3.4, Balance de líneas y los cálculos que en ella se realizan.

3.5. Distribución de maquinaria en función del proceso de producción y estilo por confecciona

Para determinar una distribución de maquinaria óptima se aplicó la implementación de líneas modulares según el libro *Sistemas de manufactura flexible* de Hugo Leonardo Rubinfeld. A continuación, se describe las operaciones necesarias para la elaboración de una playera de cuello redondo en la línea de producción por módulo de MATEXSA.

Tabla XXXIV. Operaciones y máquinas para línea modular

No.	Operación	Te minutos	Tipo de máquina
1	Armar cuello	0,40	Plana
2	Afianzar cuello	0,45	Collaretera
3	Cerrar hombros	0,43	Overlok 3
4	Montar cuello	0,85	Overlok 3
5	Coser manga	0,43	Overlok 3
6	Cerrar costado con etiqueta	0,33	Overlok 4
7	Cerrar costado sin etiqueta	0,39	Overlok 4

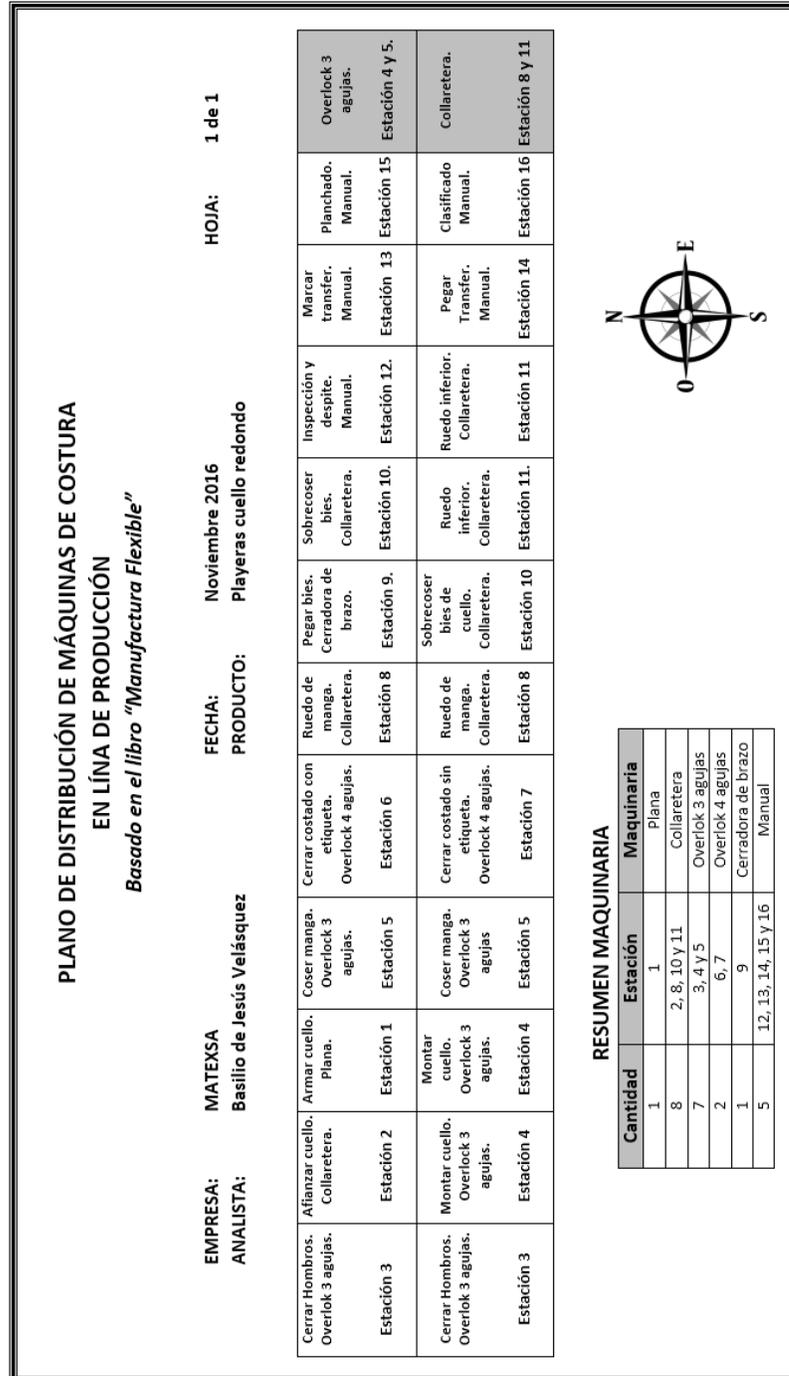
Continuación de la tabla XXXIV.

8	Ruedo de manga	0,96	Collaretera
9	Pegar bias a cuello delantero	0,39	Cerradora de brazo
10	Sobrecoser bias de cuello	0,94	Collaretera
11	Ruedo Inferior	0,51	Collaretera
12	Marcar Transfer	0,46	Manual
13	Pegar Transfer	0,42	Manual
14	Inspección y despitado final	0,72	-
15	Planchado	0,34	-
16	Clasificado	0,10	-
	Total	8,89	

Fuente: elaboración propia.

La distribución de maquinaria de costura que está en función del proceso de confección de playeras de cuello redondo se basó en el libro mencionado de Hugo Leonardo Rubinfeld. Su fin es aumentar la eficiencia en las líneas de confección. Resalta como novedad las estaciones auxiliares al final de la línea de producción (color gris), que tienen como fin primordial procesar diferentes operaciones seleccionadas para dar respuesta inmediata a la reducción del inventario en proceso y aplicando uno de los criterios fundamentales de la manufactura flexible, como la polifuncionalidad del operario.

Figura 12. Distribución de maquinaria

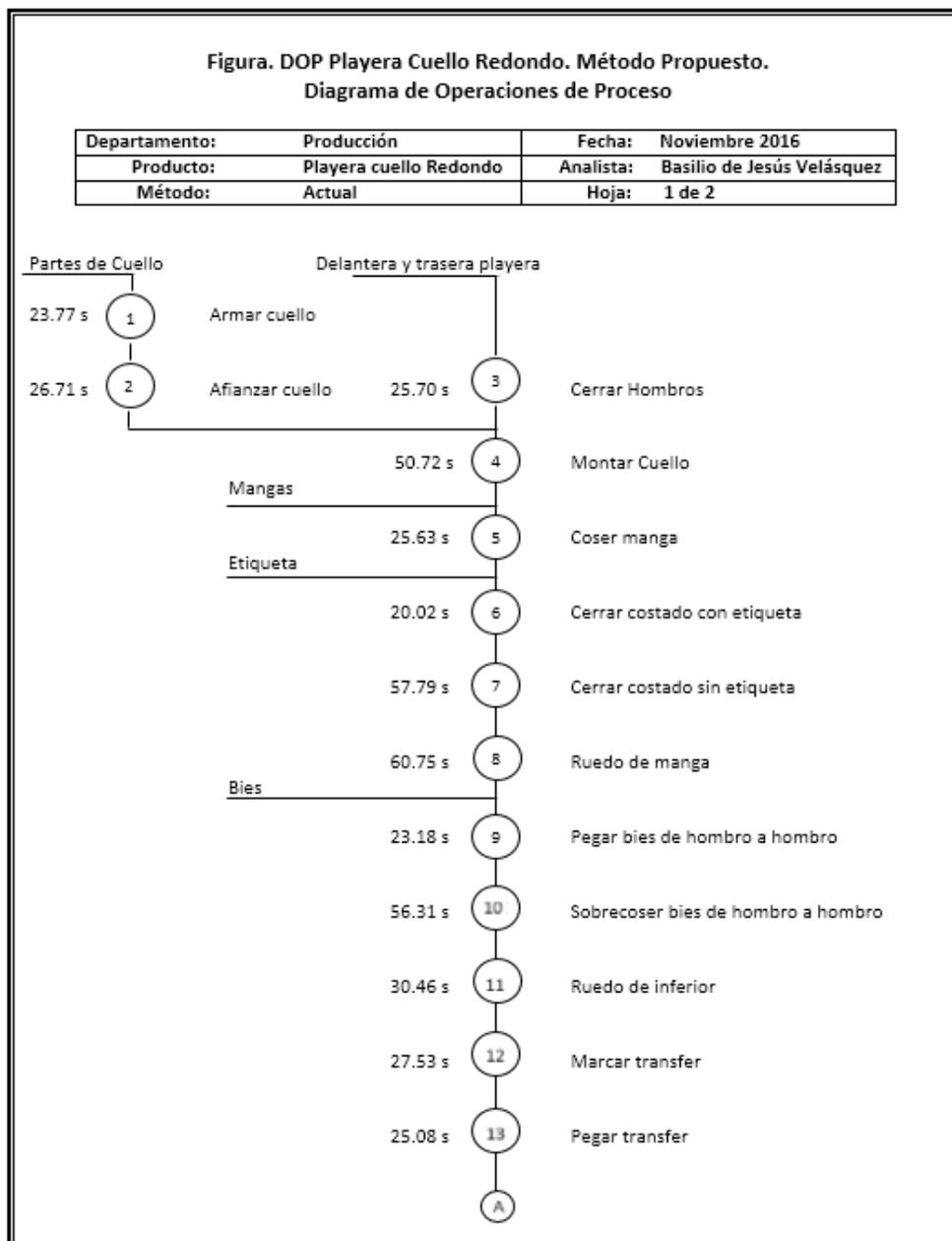


Fuente: elaboración propia.

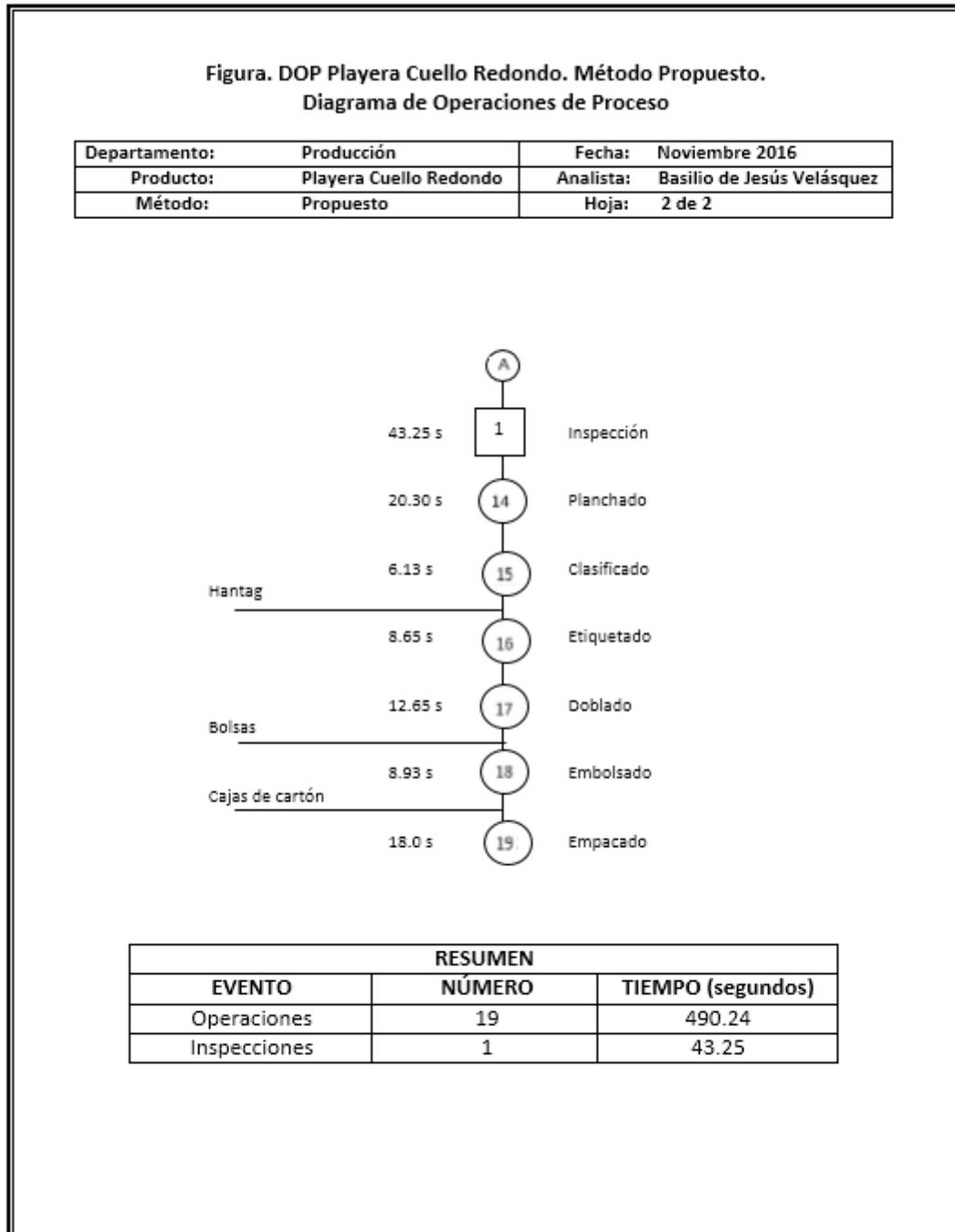
3.6. Diagrama del proceso de producción

A continuación, se presenta el diagrama de playeras de cuello redondo.

Figura 13. **DOP playera tipo 405971**



Continuación de la figura 13.



Fuente: elaboración propia.

3.7. Diagrama de multiprocesos

A continuación, se describen los procesos que encierra este diagrama.

3.7.1. Análisis del cambio de estilo por producir

Los montajes se inician cuando todos los operadores terminan las operaciones asignadas para confeccionar el estilo en uso. El cambio de estilo consiste en mover las máquinas en el módulo de producción según la posición asignada, se ajustan las máquinas según la necesidad y se dan los nuevos requisitos de producción, todo esto en un máximo de 3 horas.

El plan de acción es que una vez, cada operaria finalice su operación, inicie con el cambio de su estación de trabajo, y proceda a realizar el montaje que requiere la nueva producción. Esto incluye cambios de máquina en algunas ocasiones y en todas hilo, agujas y distancia de la puntada.

Los resultados obtenidos al aplicar la técnica SMED para los cambios de estilo se ven reflejados en el tiempo que se emplea moviendo las máquinas en la posición asignada y ajustando las máquinas a las necesidades actuales, no impactan en la calidad del producto o en el método de confección.

3.7.1.1. Aplicación de la técnica SMED

- Descripción general del área de trabajo.

La línea de producción modular analizada se encuentra en una fábrica de prendas de vestir en medio de una línea de varias líneas de producción similares en procesos y productos.

La línea inicia con la entrada de piezas desde el Departamento de Corte, donde colocan las piezas cortadas en estanterías a la par de las primeras operaciones de armado de cuello y cerrado de hombros.

Posteriormente se cose el cuello a la playera y se prosigue con el afianzado del cuello. El siguiente paso es coser las mangas, cada una en una estación individual, cerrar la playera de los lados con etiqueta y sin etiqueta. Luego coser con overlock la parte inferior de la playera ,que es el paso previo al ruedo inferior.

Terminadas las operaciones de costura se pasa a colocar un sello llamado “transfer”, que consiste colocar la marca del cliente en la playera. Luego se inspecciona y se dobla.

- Descripción de máquinas utilizadas
 - Máquina plana, 1 hilo.
 - Overlock, 3 hilos
 - Overlock, 4 hilos.
 - Collaretera, 2 hilos
 - Collaretera, 3 hilos.
 - Cerradora de brazo

- Descripción de productos fabricados
 - Playeras cuello V
 - Adulto
 - Niño
 - Bebe

- Playeras cuello redondo
 - Adulto

- Niño
- Bebe
- Descripción de actividades realizadas por los operadores

Los operadores se encargan de realizar la costura que se les asigna en el orden correspondiente dentro de la línea. Enhebran la máquina, llevan nuevos conos de hilo con tiempo suficiente para no quedarse sin hilo y mantienen ordenada y limpia su área de trabajo.

Los fallos mecánicos son resueltos por los técnicos de la planta y los operarios no se ocupan de ellos debido a que no están capacitados para tales fines.

Los operadores también se encargan de preparar su máquina cuando se da un cambio en la producción. Por lo general enhebran la máquina con el nuevo hilo y realizan pruebas en retazos. En algunos casos, el técnico se presenta para calibrar la puntada de la máquina y otras personas son requeridas cuando es necesario cambiar la maquinaria que se utilizará.

- Descripción de actividades de cambio de estilo

Primero, el encargado de la línea de producción comunica a los operadores las especificaciones de costura que incluyen color de hilo, puntada, serigrafía y estilo de la playera.

Cada operario corta el hilo anterior en un punto cercano al cono, luego hace un nudo pequeño del hilo anterior con el hilo nuevo para enhebrar la máquina de una manera más fácil.

Si es necesario el cambio de una máquina se quita la máquina sobrante del módulo de producción y se coloca la nueva. Si es necesario, el técnico se presenta para calibrar las máquinas según las nuevas especificaciones.

El tiempo de cambio se debe medir desde la última pieza satisfactoria producida hasta la primera pieza nueva producida exitosamente.

- Pasos a proseguir en la implementación del SMED
 - Medir el tiempo total del cambio actual
 - Identificar los elementos internos y externos
 - Convertir la mayor cantidad de tiempos internos en externos
 - Reducir el tiempo de los tiempos internos y externos
 - Estandarizar el nuevo procedimiento

- Diagnóstico inicial

Tabla XXXV. **Diagnóstico inicial para implementar SMED**

No.	SMED	Estado actual
1	Los cambios de producto no son frecuentes, la producción se organiza en lotes grandes, no se distinguen las actividades internas y externas.	Los lotes son pequeños, cada cambio dura aproximadamente 3 horas como mínimo.

Continuación de la tabla XXXV.

2	Los operadores del equipo de producción son conscientes de disminuir el tiempo de cambio. Las actividades de mejora son selectivas.	De acuerdo a las actividades de cada lote se implementan actividades de mejora puntuales y no son formalmente constituidas.
3	Los tiempos de cambio son monitoreados y graficados, están estandarizadas las instrucciones para dicho efecto.	No se puede calcular un tiempo estándar debido a que para cada lote se sigue un método distinto de cambio.
4	La reducción de tiempo de cambio es llevada a cabo de forma rigurosa y tiene asignado un equipo que monitorea con frecuencia los tiempos.	Cada referencia de lote es distinta por lo tanto no se puede estandarizar ni formalizar los tiempos de cambio.

Fuente: elaboración propia.

- Tiempos actuales

En la tabla XXXVI, se describen los tiempos actuales de cambio.

Tabla XXXVI. **Tiempos actuales de cambio**

No.	Actividad	Tiempo (min)	%	% Acum	Actividad
1	Cambio de maquinas	35,7	0,21	0,21	Interna
2	Entrega de nuevos requerimientos	25,63	0,15	0,36	Externa
3	Limpieza	24,5	0,14	0,51	Externa
4	cambio de agujas	23,5	0,14	0,65	Interna
5	cambio de hilos	22,4	0,13	0,78	Interna
6	corridas de prueba	15,6	0,09	0,87	Interna
7	colocación de nuevas piezas de corte	12	0,07	0,94	Externa
8	retiro de piezas de corte	10	0,06	1,00	Externa
	TOTAL	169,3	1		

Fuente: elaboración propia.

3.8. Balance de líneas

El balance de líneas siguiente se realizará basado en el método presentado por Hugo Leonardo Rubinfeld en el libro “Sistemas de manufactura flexible”.

- Artículo: Playera código 4059711 al 11
- Descripción: playera cuello redondo con sublimado.
- Tamaño del paquete: 50 prendas/paquete
- Producción diaria estándar: 1 100 prendas/día

Dividiendo la producción diaria entre la cantidad de prendas por paquete calculamos la producción por día, que es de 22 paquetes.

- Minutos diarios trabajados: en MATEXSA se trabaja de 8 a 17 horas con una hora de almuerzo y se conceden 15 minutos por los paros programados; por lo tanto, los tiempos netos trabajados son:

$$(8hrs/día * 60min/hr) - 60min/día - 15min/día = 405 min/día$$

- Producción por hora

$$\frac{1\ 100prendas/día * 60min/hr}{405min/día} = 163prendas/hora$$

- Stock intermedio: se definirá un stock intermedio de 30 minutos con el fin de absorber los tiempos que se pueden demorar en mantenimientos o reparaciones en las máquinas o retrasos inevitables.

Asignación de operarios y equipos por operación:

Tabla XXXVII. **Balance de líneas basado en tiempos estándares**

No.	Operación	Tiempo estándar (min)	Minutos necesarios	Puestos teóricos	Puestos reales
1	Armar cuello	0,40	435,75	1,08	1
2	Afianzar cuello	0,45	489,75	1,21	2
3	Cerrar hombros	0,43	471,12	1,16	1

Continuación de la tabla XXXVII.

4	Montar cuello	0,85	929,80	2,30	3
5	Coser manga	0,43	469,81	1,16	1
6	Cerrar costado con etiqueta	0,33	366,95	0,91	1
7	Cerrar costado sin etiqueta	0,39	426,71	1,05	1
8	Ruedo de manga	0,96	1059,51	2,62	3
9	Pegar bies a cuello delantero	0,39	424,90	1,05	1
10	Sobrecoser bies de cuello	0,94	1032,40	2,55	3
11	Ruedo Inferior	0,51	558,52	1,38	2
12	Marcar Transfer	0,46	504,74	1,25	2
13	Pegar Transfer	0,42	459,77	1,14	1
14	Inspección y despitado final	0,72	792,91	1,96	2
15	Planchado	0,34	372,22	0,92	1
16	Clasificado	0,10	112,43	0,28	1
Total		8,89	8 907,31	22,00	26
No.	Operación	Minutos sobrantes	Cantidad de máquinas	Índice de desocupación	
1	Armar cuello	-30,85	1	-0,08	
2	Afianzar cuello	320,14	2	0,79	
3	Cerrar hombros	-66,23	2	-0,16	
4	Montar cuello	284,99	2	0,70	
5	Coser manga	-64,92	2	-0,16	

Continuación de la tabla XXXVII.

6	Cerrar costado con etiqueta	37,96	1	0,09
7	Cerrar costado sin etiqueta	-21,80	1	-0,05
8	Ruedo de manga	155,25	2	0,38
9	Pegar bies a cuello delantero	-20,00	1	-0,05
10	Sobrecoser bies de cuello	182,36	2	0,45
11	Ruedo Inferior	251,35	2	0,62
12	Marcar Transfer	305,14	2	0,75
13	Pegar Transfer	-54,87	1	-0,14
14	Inspección y despitado final	16,91	1	0,04
15	Planchado	32,69	1	0,08
16	Clasificado	292,54	1	0,72
Total		1 620,67	24	4,00

Fuente: elaboración propia.

La siguiente tabla muestra un balance de líneas para sistemas de manufactura flexible. La columna 1 muestra el tiempo estándar por unidad en minutos o S.A.M; la columna 2 muestra los minutos necesarios, que es el tiempo estándar multiplicado por la producción diaria de 1 100 playeras. En la columna 3 se obtienen el número de operarios teórico.

En la columna 4 se realiza una aproximación de operarios reales. En las operaciones 2, 15 y 16 se decidió no colocar ninguno porque debido a los operarios teóricos, se concluye que una persona a cargo de otra operación puede hacerse cargo de dos.

La columna 5 de minutos sobrantes se obtiene de multiplicar los operarios reales por los minutos efectivos por día, menos los minutos necesarios de la columna 2.

La cantidad de máquinas se obtiene a partir de los operarios reales y considerando también si alguno compartirá actividades, colocándole una máquina más de los operarios reales.

El índice de desocupación se obtiene al dividir los minutos sobrantes entre los 405 minutos efectivos por día. Este índice indica el porcentaje de tiempo que se tiene desocupado o bien de sobreocupación en algunas estaciones.

3.9. Herramientas para el control de la producción

En los incisos del 3.9.1. al 3.9.3. se describen las herramientas que se utilizarán para la mejora de tiempos e inspecciones.

3.9.1. Control bihoral

El control bihoral consiste en llevar un registro de las piezas fabricadas por operario y en cada estación. Se registra también las líneas de producción y la empresa contratante.

El control se realiza cada dos horas. Las horas que se toman en cuenta dependen de la jornada laboral que se maneje en la planta de producción. En el caso de MATEXSA, el control se lleva a las 10, 12, 14, 16 y 18 horas todos los días de la semana.

El control bihoral utilizado actualmente se muestra a continuación:

Figura 14. **Formulario de control de producción bihoral**

CONTROL DE PRODUCCIÓN BIHORAL									
Línea <input type="text"/>		Fecha <input type="text"/>		Cliente <input type="text"/>					
No.	Nombre del operario	Operación	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	Total	Comentarios
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
Total terminado este día <input type="text"/>		Eficiencia <input type="text"/>							

Fuente: elaboración propia, Departamento de Producción MATEXSA.

Para el caso de MATEXSA se recomienda realizar un control con tiempos más pequeños entre registro. Llevar un control por hora o cada media hora con el fin de tener actualizado el stock en máquina y el stock intermedio, y compararlo con el deseado.

3.9.2. Control de lotes

El control de lotes se lleva por medio de formularios que deben ser completados por los asistentes de producción y jefes de línea. Para lograrlo se usa un formulario por semana, en donde se debe colocar datos por día según el estilo, equipo y las piezas producidas.

En el formulario actual se indica el equipo de producción pero no se anota el equipo sino la empresa o cliente para el que se está trabajando. Por tanto, se propone el siguiente formulario de control de lotes. Se hace evidente la necesidad de tener un espacio para anotar la eficiencia del día.

Figura 15. Formulario de control de producción propuesto

CONTROL DE CONFECCIÓN SEMANAL											
Modulo <input style="width: 50px;" type="text"/>				Modulo <input style="width: 50px;" type="text"/>							
Área de confección <input style="width: 50px;" type="text"/>				Semana del _____ al _____							
LUNES				MARTES				MIÉRCOLES			
ESTILO	P.O.	CLIENTE	PCS	ESTILO	P.O.	CLIENTE	PCS	ESTILO	P.O.	CLIENTE	PCS
TOTAL				TOTAL				TOTAL			
EFICIENCIA				EFICIENCIA				EFICIENCIA			
JUEVES				VIERNES				SÁBADO			
ESTILO	P.O.	CLIENTE	PCS	ESTILO	P.O.	CLIENTE	PCS	ESTILO	P.O.	CLIENTE	PCS
TOTAL				TOTAL				TOTAL			
EFICIENCIA				EFICIENCIA				EFICIENCIA			

Fuente: elaboración propia.

El control de confección semanal es importante porque facilita el control del stock intermedio y en máquina de una semana a otra. Los sábados se incluyen en el formulario para aquellas semanas en las cuales se trabaje este día.

3.9.3. Control de eficiencia

El indicador de eficiencia agrupa los resultados de todas las operaciones, uso de materia prima, horas de mano de obra, coordinación y dirección de la organización. Se contabiliza qué tan bien se utilizaron los recursos.

El estándar de eficiencia se tiene fijado en 1 100 playeras estilo #405971 por día de producción. El control de las playeras producidas se lleva según el formulario bihoral y el de control de la confección semanal. En ambos se tiene un espacio en el cual se debe anotar la eficiencia calculada para ese día o semana específico.

El cálculo de la eficiencia para cada una de las líneas se hace de la siguiente forma:

$$eficiencia = \frac{cantidad\ producida\ día}{estándar\ esperado}$$

$$eficiencia\ L1 = \frac{1\ 008\ prendas / día}{1\ 100\ prendas/día}$$

$$eficiencia\ L2 = \frac{1\ 050\ prendas / día}{1\ 100\ prendas/día}$$

$$eficiencia\ L1 = 91.6 \%$$

$$eficiencia\ L2 = 95.45 \%$$

Para la línea 1 se obtuvo una eficiencia de 91,6 %, y para la línea 2, una eficiencia de 95,45 %. Habrá que analizar las condiciones que provocaron esta

eficiencia. Se obtuvo un resultado bueno, pero se puede aumentar. La línea 2 fue más eficiente.

Es de vital importancia medir también la productividad de las líneas modulares, dado que esta va de la mano de la eficiencia; sin embargo, puede ayudar a verificar algunos aspectos más específicos.

El cálculo de la productividad se hace de la siguiente forma:

$$\text{productividad} = \frac{\text{productos obtenidos}}{\text{recursos invertidos}}$$

$$\text{productividad L1} = \frac{1\ 008 \text{ prendas/día}}{8 \text{ horas/día} * 11 \text{ personas}}$$

$$\text{productividad L1} = 11,45$$

$$\text{productividad L2} = \frac{1\ 050 \text{ prendas/día}}{8 \text{ horas/día} * 12 \text{ personas}}$$

$$\text{productividad L2} = 10,94$$

La productividad de la línea 1 es de 11,45 y la de la línea 2, de 10,94. Aunque la eficiencia fue mayor en la línea 2 que la 1, en cuestión a productividad es contraria y esto se puede explicar porque la línea 2 funciona con 12 trabajadores y la línea 1 con 11 trabajadores.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE LAS HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA EFICACIA DEL PROCESO DE CONFECCIÓN

4.1. Implementación de la planificación como herramienta para el control de la producción.

La planificación en los departamentos de producción va de la mano con la previsión. En el caso de MATEXSA se recomienda utilizar métodos cuantitativos de pronósticos debido a que su demanda es determinística (está fijada por las cantidades que piden los clientes externos) y solo se basa en la utilización de mano de obra, debido a que se trabaja en modalidad de maquila.

Los métodos que se adaptan de mejor manera a la demanda de MATEXSA son las series temporales, ya sea el enfoque simple, medias móviles, promedio ponderado o proyección de tendencia.

La herramienta consiste en utilizar los datos de meses y años anteriores como antecedentes para encontrar una relación entre estos, que facilite determinar un aproximado de la demanda futura para poder tener la mano de obra necesaria.

Existen varios tipos de indicadores que se pueden utilizar para verificar la exactitud de la previsión; sin embargo, el más sencillo de calcular es el de desviación absoluta media que se describe a continuación:

$$DAM = \frac{\sum(\text{demanda} - \text{previsión})}{\text{número de períodos}}$$

Se debe establecer el horizonte de planeación a corto, mediano y largo plazo, además de determinar las variaciones estacionales de los datos provocados por movimientos temporales ascendentes o descendentes en un espacio de tiempo igual. Para encontrar las variaciones estacionales es necesario que la empresa siga las siguientes etapas:

- Encontrar la demanda histórica media de cada temporada.
- Calcular la demanda media a lo largo de todos los meses.
- Calcular un índice estacional para cada temporada.

$$\text{índice estacional} = \frac{\text{demanda histórica real de mes } x}{\text{demanda media en todos los meses}}$$

- Estimar la demanda anual total del año próximo.
- Dividir la estimación de demanda anual entre el número de estaciones y multiplicarla por el índice estacional de ese mes.

Después de tener las proyecciones de demanda se recomienda el uso de las técnicas de “programación hacia adelante” iniciadas tan pronto como se conocen las necesidades. La herramienta principal de programación es el diagrama de Gantt.

Existen varios criterios que se tienen para programar dependiendo del volumen de pedidos. Los más comunes son los siguientes:

- Minimizar el tiempo de terminación
- Maximizar la utilización
- Minimizar el stock en proceso
- Minimizar el tiempo de espera de los clientes

Para los criterios de planificación agregada se recomienda el método de gráficos y cuadros. Este método es muy conocido y fácil de entender, funciona con unas pocas variables al mismo tiempo, comparando la demanda estimada con la capacidad existente. Los métodos gráficos siguen cinco pasos:

- Determinar la demanda de cada período
- Determinar la capacidad en el horario de trabajo regular, con horas extras y subcontratación.
- Hallar los costes de la mano de obra, de contratación y de despido y los costes de almacenamiento.
- Considerar la política de la empresa que debe aplicarse a los trabajadores o a los niveles de existencia.
- Desarrollar planes alternativos y examinar sus costos totales.

A continuación, el método de gráficos y cuadros para MATEXSA:

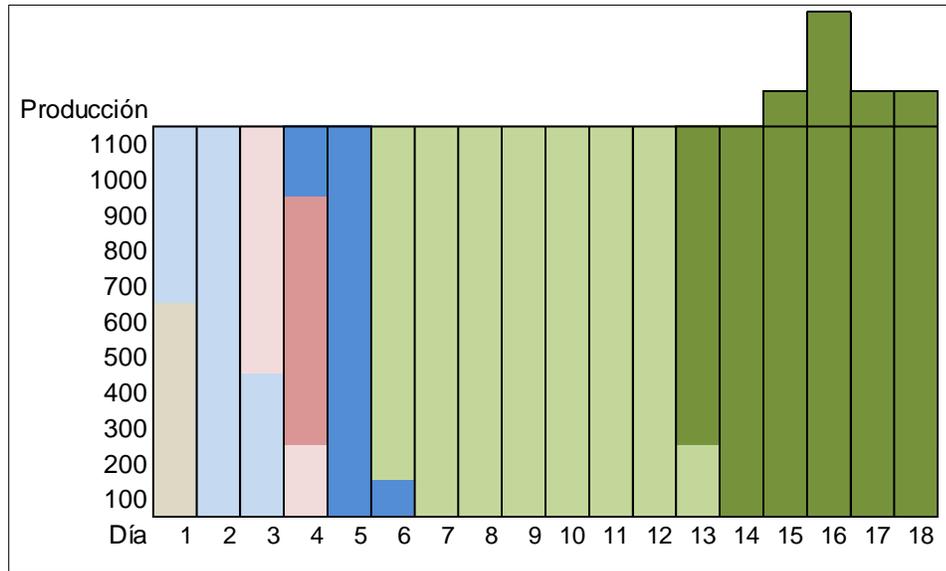
Tabla XXXVIII. **Pedido de playeras a confeccionar**

Código Prenda	Estilo de playera	Cantidad
405971	Team Stregth	632
405972	New Script	2 018
405973	Distredded Logo	918
405974	City Stripes Graphic	770
405975	TCP	1 490
405976	Batter Equipement	7 850
405977	Vintage Fan Pro	7 082
405978	Team on Top	5 450
405979	Ball Electric	5 834
405980	Vintage Fan	4 058
405981	Distressed Logo	1 298
405982	Team Prop	1 396
405983	Logo Tee	582
	Total	39 378

Fuente: elaboración propia.

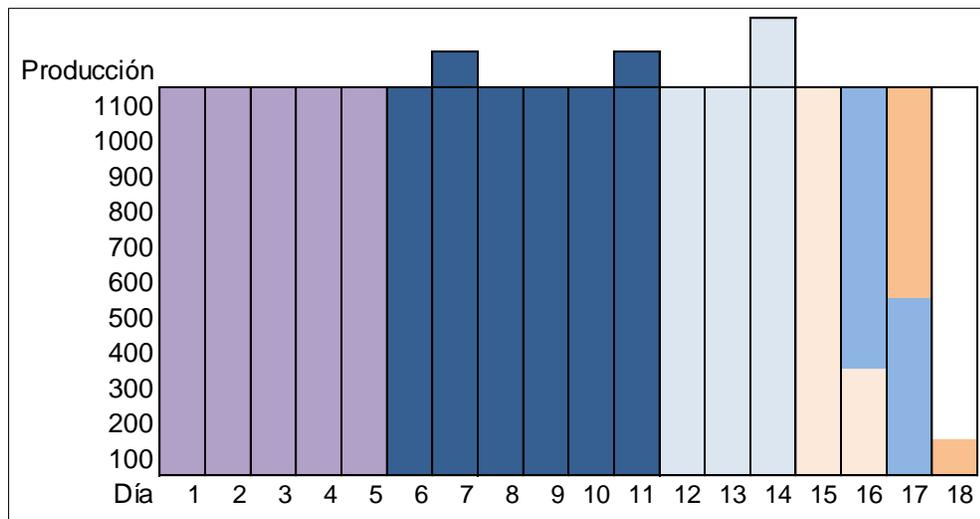
Basado en el pedido de 39 378 playeras se realizó un método de gráficos y cuadros para las dos líneas de producción modulares. Como hay dos líneas disponibles se llevó a cabo la asignación de trabajo de la manera mostrada. Para ambas líneas el tiempo es suficiente, ya que se necesita el pedido en 20 días y el tiempo estipulado es de 18 días de producción, por lo que se tiene 2 como tolerancia.

Figura 16. **Método de gráficos y cuadros línea modular 1**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Método de gráficos y cuadros línea 2**



Fuente: elaboración propia.

El método de gráficos y cuadros es uno de los métodos que los encargados del control de la producción de MATEXSA pueden poner en práctica para programar las actividades con más exactitud.

El cuadro explica lo siguiente: el eje horizontal muestra los días disponibles requeridos para la confección del pedido; el eje vertical muestra los niveles de producción requeridos, así como las horas extras por programar. El pedido consta de 13 sublotes de prendas que, en su totalidad, suman 39 378. La línea de producción 1 procesa las prendas de código 405971 que se compone de 632 prendas, la cual se tiene programado finalizar a medio día del día 1. A la misma línea ingresa a confección el código de prenda 405972, que consta de 2 018 prendas y finaliza la producción de este sublote el día 3 aproximadamente a medio día. Del código de prenda del 405973 al 405976 se procesan en la línea sin mayor inconveniente, con la prenda de código 405977, con un total de 7 082 prendas, se programa horas extras los días 15 al 18 y finalizar la producción a los 18 días, para disponer de un par de días para absorber los atrasos que puedan surgir.

Para la línea 2 ingresa el día 1 el código de prenda 405978 con una cantidad de 5 450 y se tiene programada su finalización en las últimas horas del día 4. El día 5 ingresa a la línea el código de prenda 405979, el cual requerirá de horas extras los días 7 y 11. Se tiene programado finalizar con la producción de este sublote el día 11. Para el código de prenda 405980, se finaliza el día 14 con horas extras. Como se mencionó, según la programación se finaliza el día 18, para garantizar el cumplimiento de la fecha de entrega si hubiese atrasos en la confección.

En casos en los que las dos líneas modulares de producción no sean suficientes o haya atrasos de diverso tipo en producción, hay varias opciones para aumentar la capacidad, entre las cuales la empresa puede elegir:

- Cambiar los niveles de existencias del inventario
- Variar el tamaño de la planilla al contratar y despedir temporalmente.
- Variar las tasas de producción mediante horas extras o aprovechando las horas de inactividad
- Subcontratar
- Utilizar empleados a tiempo parcial

4.2. Implementación de la mejora de procesos a los estilos por confeccionar

La secuencia de las operaciones se cambió para que las operaciones vayan en el orden correcto para la construcción de la prenda. El cambio consistió en movilizar la estación 1 hacia el inicio de la línea, con el fin de que no haya un corte entre la estación 1 y 2.

El departamento de corte fue informado de los cambios sobre el stock de piezas cortadas. También se cambiaron los muebles, donde se colocan las piezas cortadas, a estanterías en la parte trasera de las estaciones donde es necesaria la entrada de piezas de corte. Estas son el armado de cuello, el armado de hombros y mangas. Al departamento de corte se le solicitó un mínimo de stock de 115 pares de hombros, 95 unidades de cuellos y 75 pares de mangas.

Una actividad especial para las líneas modulares es determinar cuáles operadores son polivalentes. Será necesario realizar pruebas de habilidad a cada uno de los operadores y determinar su nivel de capacidad en cada operación y con cada máquina, para encontrar de esta forma la operación en la cual deben estar a tiempo completo y cuál es la operación más apta para prestar sus servicios de apoyo.

Los procesos se verán mejorados por un cambio en la posición de la maquinaria por módulo al haber dos máquinas collareteras que funcionan como auxiliares de producción y son manejadas por un operario, quien a la vez tiene otra operación como principal. La cantidad total de máquinas a utilizar será de 17 para armar la prenda con 15 operarios y 3 personas en la sección de transfer, inspección y despinte.

El stock intermedio y de máquina tiene ciertas deficiencias para su cumplimiento; sin embargo, se ha logrado que todas las mañanas las estaciones tengan como mínimo el stock de máquina al iniciar, por lo que ha mejorado la continuidad de las operaciones en conjunto con el departamento de corte, que da soporte a las operaciones 1, 2, 5 y 6. Al finalizar la implementación de la nueva secuencia de operaciones, requerimientos para el departamento de corte y cambio de ubicación de la maquinaria, se llegó a un tiempo estándar por playera #405971 de 404,19 segundos, según el estudio de tiempos correspondiente.

El tiempo de mantenimiento se tendrá en cuenta los fines de semana. La empresa solo trabaja de lunes a viernes, por lo que el mantenimiento se realizará de forma general cada 15 días incluyendo cambio de piezas, lubricación, limpieza y reparación si es necesario.

Se realizaron nuevos diagramas de operaciones de proceso y de recorrido según los cambios propuestos, lo cual ayuda a visualizar de forma más sencilla los elementos que fueron modificados en la secuencia de operaciones.

El método SMED se planificó y ejecutó de tal forma que varias de las operaciones que se consideraban internas se convirtieron en externas. Este procedimiento se muestra en la sección siguiente.

Para finalizar, se determinó que sería necesario de 18 operadores en cada línea modular de producción.

4.3. Aplicación del Método SMED

Durante la aplicación del método SMED se procedió a clasificar las actividades, que fueron cronometradas en internas y externas. Las internas son las que pueden realizarse solo cuando la máquina esté apagada, mientras que las externas pueden hacerse mientras la máquina está encendida y en funcionamiento. Comúnmente son actividades como organizar, seleccionar, llevar formatos de cambio y ordenar.

Posterior a la clasificación se buscaron formas para reemplazar las actividades internas para convertirlas en externas o reducir el tiempo de ejecución.

Las mejoras se separaron por actividades dentro de la línea modular, con énfasis en las actividades existentes que ocasionan mayor pérdida de tiempo.

- Cambio de máquinas

- Realizar un procedimiento sobre las actividades de cambio y fijar un tiempo estándar actualizado.
 - Revisar las máquinas que van a ser utilizadas en el siguiente tiraje de producción para que se encuentran en las mejores condiciones.
 - Los ayudantes que colaboran con el cambio deben apersonarse a tiempo, con el fin de que el cambio se haga en el momento exacto.
 - Guardar las máquinas en el orden correcto según la forma en la que van a ser colocadas en la producción futura.
 - Los operadores deben ser constantes en colaborar con el cambio y fijar prioridades como ordenar después del cambio o limpiar antes, no durante el mismo.
- Entrega de nuevos requerimientos
 - El asistente de producción debe verificar con tiempo suficiente los requerimientos de la nueva producción antes de iniciar el cambio.
 - Imprimir los requerimientos en papel solo cuando sea necesario para no incurrir en gastos de uso de papel.
 - Anotar los nuevos requisitos en el pizarrón de cada módulo de producción.
 - Reducir al mínimo necesario los datos comunicados a los operadores.
 - Establecer un formato estándar con el que se presentan los datos.
 - Realizar esta actividad cuando los operadores estén terminando la producción anterior.
- Limpieza
 - Mantener un encargado de limpieza de la línea en todo momento y no solo durante el cambio.

- Recoger los restos de tela y retazos, colocándolos en bolsas especiales en las que se puedan clasificar.
- Mantener los utensilios de limpieza necesarios para cada línea modular en un lugar cercano.
- Cambio de agujas
 - Tener seleccionadas con anticipación las agujas que serán utilizadas en el siguiente lote de producción.
 - Mantener un desarmador Philips y uno de castigadera en cada máquina dentro de la gaveta, para actuar rápido al momento de cambiar las agujas.
 - La bombilla que las máquinas traen incorporada debe estar en las mejores condiciones para que no forzar la vista al cambiar las agujas. Si no hay, se debe proveer de una linterna de cabeza.
- Cambio de hilos
 - Seleccionar con anticipación los hilos que serán utilizados en el siguiente lote de producción.
 - Lubricar los hilos con anticipación para que estén listos al momento de colocarlos en la máquina.

Los cambios planificados se tienen solo para las primeras cinco actividades de las descritas en el momento del cambio, debido a que para su descarte se utilizó la técnica de Pareto en la cual las primeras 5 operaciones correspondían al 80% del tiempo utilizado en el cambio de producción.

4.4. Reducción del tiempo muerto de producción e incremento de la eficiencia en los procesos de producción

Los tiempos de cambio con frecuencia tomaban 169,3 minutos o 2,82 horas. Luego de realizar los cambios propuestos con la metodología SMED los tiempos se redujeron un 40 %. El tiempo actual de cambio es de 101,6 minutos para las líneas modulares.

Tabla XXXIX. **Tiempos de cambio con SMED implementado**

No.	Actividad	Tiempo	%	% Acum
1	Cambio de maquinas	18,7	0,18	0,18
2	Entrega de nuevos requerimientos	0	0,00	0,18
3	Limpieza	20,5	0,20	0,39
4	cambio de agujas	12,5	0,12	0,51
5	cambio de hilos	12,3	0,12	0,63
6	corridas de prueba	15,6	0,15	0,78
7	colocación de nuevas piezas de corte	12	0,12	0,90
8	retiro de piezas de corte	10	0,10	1,00
	Total minutos	101,6		
	Total horas	1,69		
	Porcentaje de reducción de tiempos	40,00		

Fuente: elaboración propia.

La producción de las líneas modulares fue contabilizada durante 15 días antes de implementar las medidas correctivas propuestas. Estas fueron analizadas y determinadas con anticipación y seleccionadas las más aptas para implementar de manera rápida en las líneas junto con el sistema SMED.

Las mejoras ejecutadas fueron el cambio en la secuencia de las operaciones basándose en el nuevo diagrama de recorrido, la implementación de la nueva colocación de las máquinas y el uso de personal polivalente en la manufactura de playeras.

Los datos tomados en la planta antes y después de implementar los cambios se muestran a continuación, ambos fueron contabilizados durante 15 días.

Tabla XL. **Playeras producidas por día**

Día	Unidades producidas	Día	Unidades producidas
1	800	16	800
2	850	17	850
3	1 000	18	800
4	900	19	910
5	1 010	20	1 000
6	1 005	21	1 000
7	1 000	22	1 100
8	1 000	23	1 000
9	1 000	24	1 050
10	1 000	25	1 200
11	900	26	1 200
12	950	27	1 200
13	1 000	28	1 250
14	1 000	29	1 100
15	950	30	1 000

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Gráfico de unidades en las líneas de producción modulares**



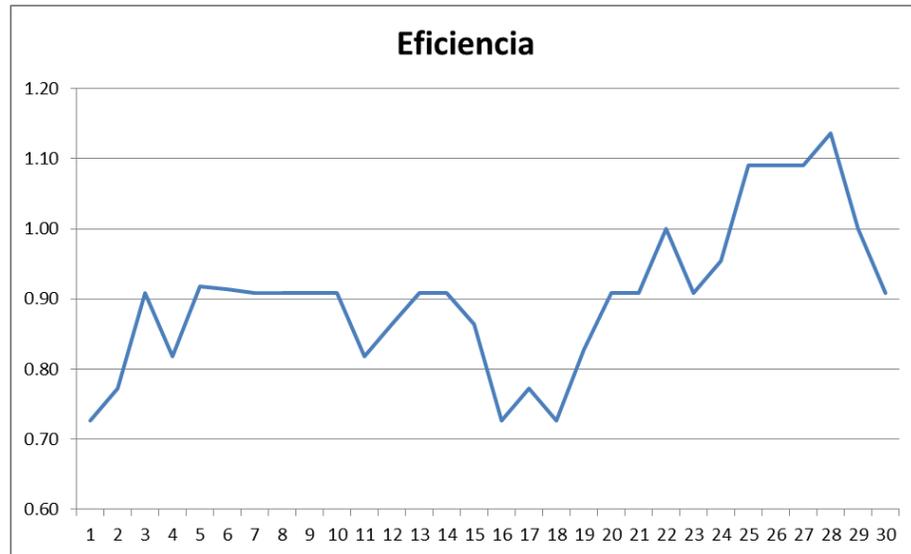
Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Eficiencia de producción por día**

Día	Eficiencia	Día	Eficiencia
1	0,73	16	0,73
2	0,77	17	0,77
3	0,91	18	0,73
4	0,82	19	0,83
5	0,92	20	0,91
6	0,91	21	0,91
7	0,91	22	1,00
8	0,91	23	0,91
9	0,91	24	0,95
10	0,91	25	1,09
11	0,82	26	1,09
12	0,86	27	1,09
13	0,91	28	1,14
14	0,91	29	1,00
15	0,86	30	0,91

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Gráfico de eficiencia en las líneas de producción modulares**



Fuente: elaboración propia.

Los días de eficiencia más baja estuvieron entre el 15 y 18, debido a que durante estos días se terminó de usar el método actual y se comenzó a implementar el método propuesto. La causa de esta situación es la curva de aprendizaje que la empresa necesitó cumplir para lograr las mejoras necesarias.

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Capacitación del personal en las líneas de confección

La capacitación del personal se debe hacer de acuerdo a las necesidades de la empresa. El entrenamiento se hace necesario para preparar a un nuevo operario y se debe realizar en los primeros dos meses, cuando se mide el rendimiento y capacidad de aprendizaje.

El Departamento de Recursos Humanos será el encargado de contratar a los nuevos operadores. Posteriormente será necesario una inducción por parte de los jefes inmediatos del nuevo operador. La inducción puede consistir en los siguientes puntos:

- Exposición de la empresa, valores, reglamento, código de ética, seguridad e higiene, entrevistas y planificación de las actividades.
- Reconocimiento del plan de ventas
- Filosofía de la empresa
- Relacionamiento de puestos
- Asignación de un guía que conozca el puesto al que llega el nuevo operador.

Figura 20. **Plan de capacitación del personal de líneas modulares**

PLAN DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN MODULAR			
EMPRESA: Mata Textiles S. A.		REALIZADO POR: Basilio de Jesús Velásquez A.	
FECHA: Noviembre 2016		ÁREA CAPACITACIÓN: Líneas de producción modular	
DESCRIPCIÓN DEL PLAN			
OBJETIVO GENERAL	Capacitar al personal nuevo de las líneas de confección para aplicar herramientas metódicas		
ALCANCE	Capacitación en el área de confección. Operarios, manuales, supervisores de producción.		
TIEMPO DISPONIBLE	GENERAL:	2 horas	
	OPERARIOS:	38 horas	
	MANUALES:	20 horas	
	SUPERVISORES DE PRODUCCIÓN:	12 horas	
ÁREA	OBJETIVO ESPECÍFICO	ACTIVIDADES	TIEMPO
General	1. Comprender el contenido de la capacitación, importancia comunicación efectiva entre el personal, generalidades de la empresa	Presentación	2 horas
Operarios	1. Comprender la importancia del trabajo que desempeñará en las prendas terminadas	Presentación	1 hora
	2. Exponer problemas y desafíos actuales en el puesto de trabajo de operarios	Charla entre operarios distribuidos por máquina	1 hora
	3. Solución de problemas en el área operativa	Anotar las soluciones, pegarlo en un área visible cerca de los puestos y entregarle copia al presentador	2 horas
	4. Demostrar que el operario desempeña a satisfacción	Realizar pruebas de costura, Operar las máquinas de costura	33 horas
	5. Retroalimentación	Apoyo entre operarios	3 horas

Continuación de la figura 20.

PLAN DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN MODULAR			
EMPRESA: Mata Textiles S. A.		REALIZAD POR: Basilio de Jesús Velásquez A.	
FECHA: Noviembre 2016		ÁREA CAPACITACIÓN: Líneas de producción modular	
DESCRIPCIÓN DEL PLAN			
OBJETIVO GENERAL	Capacitar al personal de las líneas de confección para aplicar herramientas metódicas y definir una secuencia lógica		
ALCANCE	Capacitación en el área de confección. Operarios, manuales, supervisores de producción.		
TIEMPO DISPONIBLE	GENERAL:	2 horas	
	OPERARIOS:	38 horas	
	MANUALES:	20 horas	
	SUPERVISORES DE PRODUCCIÓN:	12 horas	
ÁREA	OBJETIVO ESPECÍFICO	ACTIVIDADES	TIEMPO
Manuales	1. Comprender la importancia de la función manual en el proceso de confección	Presentación	2 horas
	2. Exponer problemas y desafíos actuales en el puesto de trabajo manual	Charla entre manuales	1 hora
	3. Solución de problemas manuales	Anotar las soluciones, y entregarle copia al presentador	2 horas
	4. Demostrar que el manual desempeña a satisfacción	Presentación	12 horas
	5. Retroalimentación	Apoyo entre manuales	3 horas
Supervisores de producción	1. Comprender la importancia de la supervisión en la confección	Presentación	2 horas
	2. Interpretación de las "hojas de especificación" de pedido	Pruebas de medición	7 horas
	3. Retroalimentación	Apoyo entre supervisores	3 horas

Fuente: elaboración propia.

Durante el entrenamiento, la persona realizará primero las actividades más simples y avanzará hacia las más difíciles. Al final, el operador realizará ejercicios de práctica que se asemejan a las operaciones reales que se asignarán.

Al terminar, se espera que el nuevo operario pueda manejar y controlar bien su máquina al momento de trabajar cualquier pieza. La destreza debe ser medida en todo momento del entrenamiento y también cuando el operador haya iniciado ya sus actividades formales para comparar las mediciones de rendimiento.

El procedimiento para capacitar a un nuevo operario es el siguiente:

- Realizar distintos ejercicios durante una semana, con duración de media hora cada uno.
- Avanzar a un ritmo estable según el supervisor, hacer ejercicios de coser con máquinas distintas y de mantenimiento de máquina.
- Continuar con el siguiente ejercicio hasta que se cumpla el 51 % de la meta del ejercicio anterior.
- Si el trabajador tiene experiencia en la confección de prendas de vestir será necesario realizar pruebas prácticas para comprobar lo afirmado. Si las pruebas son satisfactorias se pueden realizar ejercicios de costura avanzados y colocarlo en la línea de producción cuando se considere apto.

Las actividades que corresponden al supervisor durante la capacitación son las siguientes:

- Asegurarse de que el nuevo operador esté completamente preparado al haber terminado el entrenamiento, antes de integrarlo a la línea de producción. Si no llegara a tener el nivel de preparación adecuado, debe decidir si lo reemplaza o continúa con la capacitación.
- Explicar al operador la finalidad de realizar cada ejercicio, demostrando cuidadosamente cómo realizarlo, asegurándose de que entendió completamente cómo realizarlo y dándole disponibilidad de resolver sus dudas.
- Observar las primeras veces que el nuevo operario realiza cada ejercicio para corregir los errores que pueda cometer. Mantener buenas relaciones con el operador y darle apoyo.
- Mantener bajo su control al operario para evitar que realice acciones peligrosas o utilice procedimientos incorrectos. La vigilancia debe ser constante al comenzar y cada 10 minutos cuando el operador controle completamente la actividad.
- Revisar el trabajo del operador cada día al terminar con el fin de darle sugerencias para mejorar su rendimiento el día siguiente.

Se recomienda que las actividades de capacitación se realicen durante una semana para que obtenga las habilidades necesarias y entre a trabajar a la línea de producción.

5.2. Control de calidad

El control de calidad se debe realizar en tres puntos críticos: recepción de materias primas, producción de prendas y producto terminado.

En relación a la materia prima, el encargado de bodega de materiales es quien se encargará del control de calidad de la materia prima que ingresa en la empresa. El pedido de materia prima se recibe según las prendas que se van a confeccionar. Al ingresar a la empresa, el encargado debe verificar que la cantidad de materia prima sea la correcta conforme al pedido, revisar también que la tela no tenga defectos y la misma tonalidad de color. En caso de encontrar no conformidades en la materia prima debe reportarlas de inmediato al proveedor para que sea reemplazada.

Durante los procesos de producción, los asistentes de línea deben encargarse de controlar la calidad con la que se produce cada estación en la línea. Los supervisores de línea deben ser capaces de realizar cada actividad con total soltura para comunicarla de forma consistente a los operadores.

Para controlar la calidad durante la producción, los supervisores deben mantener una observación permanente en las piezas que hace cada operario. Al momento de observar una pieza defectuosa debe hacérselo ver al operador para que trabaje correctamente y proveerle de las condiciones necesarias para ello.

El control de calidad en el producto terminado se da en las últimas dos estaciones, la de inspección y la de despite. En estas estaciones se revisa la costura, los dobleces y que la tela no tenga fallas.

En el área de planchado la prenda se revisa por última vez para asegurarse que las costuras estén bien hechas, que lleve las medidas correctas y que todas las piezas y accesorios estén colocados de la manera correcta.

Para facilitar el control de calidad se propone el siguiente formulario:

Figura 21. **Formato para el control de calidad en producción**

FORMATO PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN PRODUCCIÓN				
Supervisor encargado: _____				
Línea: _____				
Fecha: ___/___/___				
No.	Operación	Nombre del operario	Pzs. Trabajadas	Pzs. Aceptadas
Totales				
Observaciones: _____				

Fuente: elaboración propia.

5.3. Mejoras de métodos

La mejora de métodos debe ser constante debido a la búsqueda de la empresa de mejorar sus utilidades. Estas se generan con el margen existente entre lo que se invierte para cumplir con los requerimientos del cliente y el precio que este está pagando por dicho producto.

En la industria de costura en la modalidad de maquila, la inversión más grande que se hace es en contratación y mantenimiento de la mano de obra; sin embargo, incluso en la actualidad no se puede tener un proceso completamente automatizado, a pesar de que las oportunidades de mejora son considerables si se toma en cuenta que la única operación que agrega valor es la costura.

El análisis de operaciones en las plantas de operaciones puede dividirse en las siguientes áreas:

- Análisis del flujo de trabajo, distribuciones de planta y manejo de materiales.
- Selección del sistema de confección.
- Procesos de producción, análisis y control de procesos.
- Estudio del trabajo, análisis de métodos y medición del trabajo.
- Ergonomía, factores humanos y condiciones ambientales.

En MATEXSA se hace evidente la necesidad de un departamento de ingeniería, el cual se podría encargar de la mejora de los métodos de producción

y del estudio continuo de estos para corregir las fallas existentes en el menor tiempo posible.

Las actividades que puede realizar el departamento de ingeniería son las siguientes:

- Estudios de trabajo
- Estudios de métodos
- Estudios de tiempos y economía de movimientos.
- Medición de estándares de producción
- Revisión de incentivos y sistemas de remuneración variable
- Costo de nuevos productos
- Diseño de distribuciones de maquinaria
- Seguridad e higiene industrial

Una implementación de un programa de análisis de economía de movimientos es posible, con el fin de visualizar de forma técnica las situaciones y reducir los desperdicios de tiempo en mano de obra, de uso de maquinaria y de recursos.

CONCLUSIONES

1. Se mejoró la eficiencia en un 7 %. Anteriormente se tenía una eficiencia promedio de 87 %, actualmente es de 94 % medida durante los primeros 15 días de haber implementado los métodos propuestos de mejora. Se espera que se incremente al sobrepasar los niveles críticos de la curva de aprendizaje.
2. Se implementó la ingeniería del producto enfocada al estudio de métodos por medio de un estudio de tiempos y un balance de líneas relacionado con las líneas de producción modular, en donde se identificó un tiempo estándar de 6,73 minutos y una utilización de 19 operadores, y un índice de desocupación máximo de 0,69 minutos.
3. Se realizó una planificación para las líneas modulares con el método de gráficos y cuadros para el pedido establecido. Se obtuvo un plan de cumplimiento satisfactorio de 19 días utilizando un stock en proceso por operación adaptable a cada estilo de prenda.
4. Se redujo el tiempo de cambio en un 40 % por medio de la aplicación de la técnica SMED, pasando de 169,3 minutos a 101,6 minutos en las líneas de producción modular.
5. Se implementó el método de planificación para las líneas modulares obteniendo los registros para programación y control diario obteniendo una diferencia promedio de 16 piezas entre la producción real y el stock en proceso deseado.

6. Se elaboraron diferentes propuestas de herramientas como los formatos de control de calidad, de control de eficiencia, guías de capacitación y mejora continua de métodos.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar por parte del jefe de producción los lineamientos de capacitación mostrados en el capítulo 5 para el área de costura de las líneas modulares y que con base en la misma se decida si la persona es apta para el puesto que desea cubrir.
2. Aplicar por parte del ingeniero de planta los formatos, normas y procedimientos y así utilizar los indicadores de control de eficiencia y metas, para que pueda llevar un mejor control de los datos de las líneas de producción.
3. Establecer por parte de Recursos Humanos una remuneración variable para el personal operativo de la empresa con el fin de mejorar las condiciones de vida de los trabajadores con base en su esfuerzo y al cumplimiento de metas.
4. Apegarse a los métodos nuevos implementados para realizar los cambios y utilizar siempre la técnica SMED cuando se desee implementar nuevos métodos de cambio de producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. CASTILLO RIVAS, Oscar Alexis. *Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de una industria manufacturera de ropa*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 120 p.
2. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y Medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
3. MEJÍA CARRERA, Samir Alexander. *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. 119 p.
4. MUÑOZ ALIAGA, Diego Alejandro. *Elaboración de un estudio de tiempos y movimientos como herramienta de optimización de las líneas de ensamble de playeras en una planta de confección*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 177 p.
5. NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería Industrial Métodos estándares y diseño del trabajo*. 10a ed. México: Alfaomega. 2001. 548 p.

6. RUBINFELD, Hugo Leonardo. *Sistemas de manufactura flexible: Un enfoque práctico*. 1a ed. Argentina: La Cuadrícula, 2005. 175 p.
7. SHIGEO, Shingo. *Una revolución en la producción: el sistema SMED*. 3a ed. Cambridge: Productivity Press Cambridge. 1990. 432 p.
8. WITTIG LOARCA, Helga Karina. *Optimización de los procesos relacionados con el área de tendido y corte de Koramsa, para elevar la eficiencia*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 372 p.

ANEXO

Anexo 1. Concesiones o suplementos industriales

Suplementos recomendados por ILO	
A. Suplementos constantes:	
1. Suplemento personal	5
2. Suplemento por fatiga básica	4
B. Suplementos variables:	
1. Suplemento por estar de pie	2
2. Suplemento por posición anormal:	
a. un poco incómoda	0
b. incómoda (agachado)	2
c. muy incómoda (tendido, estirado)	7
3. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar):	
Peso levantado, en libras:	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
4. Mala iluminación:	
a. un poco abajo de la recomendada	0
b. bastante menor que la recomendada	2
c. muy inadecuada	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) – variable	0-100
6. Atención requerida:	
a. trabajo bastante fino	0
b. trabajo fino o preciso	2
c. trabajo muy fino y muy preciso	5
7. Nivel de ruido:	
a. continuo	0
b. intermitente –fuerte	2
c. intermitente –muy fuerte	5
d. de tono alto –fuerte	5
8. Estrés mental:	
a. proceso bastante complejo	1
b. atención compleja o amplia	4
c. muy compleja	8
9. Monotonía:	
a. nivel bajo	0
b. nivel medio	1
c. nivel alto	4
10. Tedio:	
a. algo tedioso	0
b. tedioso	2
c. muy tedioso	5

Fuente: NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería Industrial*. p. 386.

