



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA

Facultad de ingeniería
Colegio de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE COBERTORES EN UNA PLANTA DE
CONFECCIÓN TEXTIL DE PUEBLA.”

TESIS

Para obtener el grado de Licenciatura en:

INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRESENTA:

Vázquez Meneses Marco Antonio

DIRECTOR DE TESIS:

Mtra. Gamboa Filisola Beatriz

ASESORES DE TESIS:

Mtra. Morales Carrasco Gloria

Mtra. Ruiz Chávez Nancy Roxana

Puebla, Puebla.

Febrero 2024

AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIAS.....	V
ACEPTACIÓN DE TEMA DE TESIS	VI
MEMORÁNDUM: REVISIÓN DE PROYECTO DE TESIS	VII
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	8
1.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	9
1.4 OBJETIVO GENERAL	10
1.4.1 <i>Objetivos específicos</i>	10
1.5 HIPÓTESIS.....	10
1.6 ALCANCES	10
1.7 LIMITACIONES	11
1.8 RECOPIACIÓN Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN	11
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 EL ESTUDIO DEL TRABAJO	15
2.1.1 <i>Medición de trabajo</i>	17
2.1.2 <i>Factores que intervienen en la medición</i>	18
2.1.3 <i>Ergonomía, seguridad e higiene laboral</i>	23
2.1.4 <i>El estudio de tiempos</i>	25
2.1.5 <i>El estudio de movimientos</i>	26
2.2 PTS (PREDETERMINED TIME SYSTEMS /SISTEMAS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS).....	27
2.2.1 <i>MTA (Motion Time Analysis / Análisis de Métodos)</i>	27
2.2.2 <i>WF, (Work factor / Factor de trabajo.)</i>	29
2.2.3 <i>(MTM - Methods-Time Measurement / Método de medición del tiempo)</i>	30
2.2.4 <i>MOST (Maynard Operation Sequence Technique / Técnica Maynard de Operaciones en Secuencia.)</i>	35
2.2.5 <i>Modapts (Modular Arrangement of Predetermined Time Standards / Organización Modular de Tiempos Normalizados Predeterminados)</i>	41
2.2.6 <i>GSD (General Sewing Data / Datos Generales de Costura)</i>	43
2.2.7 <i>Tabla comparativa de PTS</i>	46
2.3 DIAGRAMAS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.....	47
2.4 LOS KPI'S.....	51
2.5 DISTRIBUCIÓN Y BALANCEO DE LÍNEAS DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO	53
2.6 CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO, VALORACIÓN Y SUPLEMENTOS	56

2.6.1 <i>El desempeño y los suplementos de trabajo</i>	58
2.7 MANUFACTURA ESBELTA	61
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO	62
3.1 EL PROCESO DE PRODUCCIÓN	65
3.2 SELECCIÓN DEL PROCESO A ESTUDIAR	66
3.2.1 <i>El producto</i>	72
3.2.2 <i>Lista general de materiales del producto</i>	74
3.2.3 <i>Aspectos de calidad a cuidar del producto</i>	76
3.2.4 <i>Historial de producción</i>	78
3.2.5 <i>Historial de incidencias en la producción</i>	79
3.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN ACTUAL DEL EDREDÓN	86
3.3.1 <i>Lay Out del área de producción</i>	87
3.3.2 <i>Diagramas de producción</i>	89
3.3.3 <i>Descripción de las áreas del proceso</i>	92
3.3.4 <i>Indicadores de producción</i>	106
3.3.5 <i>Tiempos actuales</i>	107
CAPÍTULO 4: EL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO	109
4.1 ESTUDIO DEL TRABAJO	109
4.1.1 <i>Estudio de tiempos, tiempos básicos</i>	110
4.1.2 <i>Estudio de Movimientos</i>	113
4.1.3 <i>Nuevos tiempos estándar</i>	116
4.2.7 <i>Balanceo de líneas</i>	117
4.2.8 <i>Simulador de carga de trabajo</i>	118
4.2 PROPUESTAS DE MEJORA	120
4.1.1 <i>Lay Out propuesto</i>	120
4.1.2 <i>Características de la Tela</i>	122
4.1.3 <i>Recepción de mantones</i>	123
4.1.4 <i>Proceso de pegado</i>	126
4.1.5 <i>Proceso de fusionado</i>	129
4.1.6 <i>Proceso de confección y empaque</i>	131
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES	134
RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	136
GLOSARIO	140
APÉNDICE	142

Agradecimientos

A mis profesores

Por todas aquellas enseñanzas compartidas a lo largo de los 5 años de carrera y de prepararme para una buena adaptación en el entorno laboral.

A mi familia

Que gracias a su apoyo incondicional he llegado a cumplir cada logro propuesto.

A todos aquellos colegas, operadores y profesionistas.

Que con sus aportaciones y experiencias me mostraron los diversos caminos a seguir para cumplir con mis sueños y objetivos.

Dedicatorias

A Emiliano Esteban Vázquez.

Por ser un ejemplo que seguir como persona, como profesionalista y como abuelo.

A Itzel Yoselin Herrera.

Por nunca dejar de animarme ante los momentos más críticos y por estar aún presente en mi vida.

ACEPTACIÓN DE TEMA DE TESIS



No. de Oficio SAC/0034/2024

**C. Marco Antonio Vázquez Meneses -201644300-
Pasante de Licenciatura en Ingeniería
Industrial
Presente.**

En atención a la Memoria de Experiencia Profesional que puso Usted a consideración de la Coordinación de Área y de esta Secretaría Académica en coordinación con la Dirección de ésta Facultad de Ingeniería, dentro del marco de Titulación por Examen Profesional, se dió revisión y se ha autorizado el tema denominado:

"PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE COBERTORES EN UNA PLANTA DE CONFECCIÓN TEXTIL EN PUEBLA".

Por lo anterior hacemos de su conocimiento que se asigna como director de tema a la Mtra. Beatriz Gamboa Filisola.

Sin más por el momento, le envío la seguridad de mi consideración más distinguida.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Zaragoza 09 de enero de 2024

M. I. Angel Cecilia Guerrero Zamora
Directora



Facultad
de Ingeniería

Bldv. Valsequillo y Av. San Claudio
s/n, edif. ING - 4, Col. San Manuel,
Ciudad Universitaria,
Puebla, Pue. C.P. 72570
222 229 55 00 Ext. 7610

MEMORÁNDUM: REVISIÓN DE PROYECTO DE TESIS

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

M. I. Angel Cecilio Guerrero Zamora
Director de la Facultad de Ingeniería
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Presente.

La que suscribe: Mtra. Beatriz Gamboa Filisola, asesora del tema de tesis:

“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE COBERTORES EN UNA PLANTA DE CONFECCIÓN TEXTIL EN PUEBLA”.

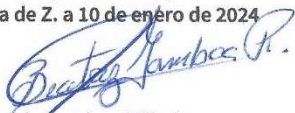
Presentada por el C. Marco Antonio Vázquez Meneses -201644300- pasante del Colegio de Ingeniería Industrial, y en atención al oficio No. SAC/0034/2024 con fecha de emisión 09 de enero de 2024, me permito informar a Usted que después de haber revisado cuidadosamente el contenido temático, metodología, redacción y ortografía de la tesis correspondiente, no tengo inconveniente en autorizar la impresión del mismo.

Sin otro particular, le reitero la seguridad de mi más atenta y distinguida consideración.

Atentamente

“Pensar bien, para vivir mejor”

H. Puebla de Z. a 10 de enero de 2024



Mtra. Beatriz Gamboa Filisola
Asesora

M'BGF/BARV
C.c.p. Interesado
C.c.p. Archivo

Índice de figuras

TABLA 1: EJEMPLO DE TIEMPOS DE PROCESO	38
TABLA 2: EJEMPLO DE VALORES GSD.....	46
TABLA 3: EJEMPLO DE VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO WESTINGHOUSE.....	57
TABLA 4: EJEMPLO DE VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO	58
TABLA 5: EJEMPLO DE VALORACIÓN DE SUPLEMENTOS.....	60
TABLA 6: INCIDENCIAS POR TAMAÑO	80
TABLA 7: INCIDENCIAS DEL PROCESO DE PEGADO	81
TABLA 8: INCIDENCIAS DEL PROCESO DE CORTE O FUSIONADO	81
TABLA 9: INCIDENCIAS DEL PROCESO DE ETIQUETADO	82
TABLA 10: TIEMPOS ACTUALES DE PRODUCCIÓN.....	107
TABLA 11: TIEMPOS DE PRODUCCIÓN CON SUPLEMENTOS	108
TABLA 12: PROPUESTA, RESUMEN DE TIEMPOS BÁSICOS DE PRODUCCIÓN.....	110
TABLA 13: APLICACIÓN DE VALORACIONES A LAS OPERACIONES.....	111
TABLA 14: ANÁLISIS GSD ETIQUETADO, HOJA 1	114
TABLA 15: ANÁLISIS GSD ETIQUETADO, HOJA 2.....	115
TABLA 16: PROPUESTA NUEVOS TIEMPOS ESTÁNDARES	116
TABLA 17: BALANCEO DE LÍNEAS.....	117
TABLA 18: PROPUESTA DE CARGA DE TRABAJO.....	119
TABLA 19: PROPUESTA SMED PEGADORA	127
TABLA 20: PROPUESTA SMED FUSIONADO	130
TABLA 21: APLICACIÓN DE 5S.....	133
TABLA 22: COMPARACIÓN DE PTS.....	149

Índice de tablas

TABLA 1: EJEMPLO DE TIEMPOS DE PROCESO	38
TABLA 2: EJEMPLO DE VALORES GSD.....	46
TABLA 3: EJEMPLO DE VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO WESTINGHOUSE	57
TABLA 4: EJEMPLO DE VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO.....	58
TABLA 5: EJEMPLO DE VALORACIÓN DE SUPLEMENTOS.....	60
TABLA 6: INCIDENCIAS POR TAMAÑO.....	80
TABLA 7: INCIDENCIAS DEL PROCESO DE PEGADO	81
TABLA 8: INCIDENCIAS DEL PROCESO DE CORTE O FUSIONADO.....	81
TABLA 9: INCIDENCIAS DEL PROCESO DE ETIQUETADO	82
TABLA 10: TIEMPOS ACTUALES DE PRODUCCIÓN	107
TABLA 11: TIEMPOS DE PRODUCCIÓN CON SUPLEMENTOS	108
TABLA 12: PROPUESTA, RESUMEN DE TIEMPOS BÁSICOS DE PRODUCCIÓN	110
TABLA 13: APLICACIÓN DE VALORACIONES A LAS OPERACIONES	111
TABLA 14: ANÁLISIS GSD ETIQUETADO, HOJA 1	114
TABLA 15: ANÁLISIS GSD ETIQUETADO, HOJA 2	115
TABLA 16: PROPUESTA NUEVOS TIEMPOS ESTÁNDARES	116
TABLA 17: BALANCEO DE LÍNEAS	117
TABLA 18: PROPUESTA DE CARGA DE TRABAJO.....	119
TABLA 19: PROPUESTA SMED PEGADORA	127
TABLA 20: PROPUESTA SMED FUSIONADO.....	130
TABLA 21: APLICACIÓN DE 5S.....	133
TABLA 22: COMPARACIÓN DE PTS	149

Resumen

Este proyecto de grado pretende apoyar a la empresa de confección textil en el alcance e incremento de su productividad a través de una investigación teniendo como objetivo principal la optimización de la línea de producción de cobertores con apoyo de las herramientas del estudio del trabajo, identificando las inconsistencias dentro de su proceso, y proponiendo las mejoras alcanzables a corto y mediano plazo.

Palabras clave: cronometraje, tiempos predeterminados, industria textil, manufactura esbelta, propuestas de mejora

Abstract

This degree project aims to support the textile clothing company in the scope and increase of its productivity through research with the main objective of optimizing the production line of covers with the support of the tools of the study of work, identifying inconsistencies within its process, and proposing achievable improvements in the short and medium term.

Keywords: timekeeping, predetermined times, textile industry, lean manufacturing, proposals for improvement

Capítulo 1. Introducción

1.1 Antecedentes de la empresa

La empresa comienza a operar en 1969 con tan solo 22 trabajadores. Hoy en día con más de 50 años de experiencia cuenta con 4 plantas y alrededor de 1000 colaboradores. Actualmente se tienen diversas marcas propias de la empresa de acuerdo con el tipo de producto que se está ofreciendo.

Cuenta con alrededor de 800 productos diferentes activos donde cada día se busca la manera de llegar a más clientes con precios accesibles y crear nuevas colaboraciones para fabricar cobertores con licencias de marcas nacionales y extranjeras.

1.1.1 Misión

Tener el mejor producto en su categoría. Ser el mejor proveedor para nuestros clientes. Tener el mejor lugar de trabajo para nuestros empleados. Ser el mejor cliente para nuestros proveedores. Mantener la mente siempre abierta a los requerimientos del consumidor.

Atendemos las necesidades de confort de nuestros clientes proporcionándoles los mejores productos para el bebé y la familia, generando confianza a nuestros accionistas con una rentabilidad creciente y sostenible, nuestros empleados con la posibilidad de un desarrollo constante en un ambiente de trabajo seguro y ofreciendo a nuestros clientes productos innovadores, seguros y de alta calidad.

1.1.2 Visión

Consolidarnos como líderes en ventas a nivel mundial en las categorías de bebés, niños y adultos, siempre reconocidos por la consistencia en la calidad de cada uno de nuestros productos.

Mantener el liderazgo en productos para bebé con el mayor valor agregado en México y con un crecimiento mayor al de nuestro segmento.

Duplicar nuestra participación en el mercado de ropa de cama. Incursionar en nuevos mercados diversificando nuestra oferta de productos textiles. Contribuir positivamente con la sociedad actuando con un compromiso de ciudadanía global. Ser el mejor lugar de trabajo para nuestros colaboradores. Asegurar un crecimiento sostenible anual de 15% en nuestras ventas, garantizando una rentabilidad de dos dígitos.

1.1.3 Política de calidad

Para nuestra organización la calidad representa una forma de vida, para lograr este objetivo requerimos hacer de la calidad un hábito mediante la participación del personal y del trabajo en equipo.

1.1.4 Valores

Integridad, creatividad, compromiso, desarrollo personal, trabajo en equipo, excelencia en la ejecución y humildad.

1.1.5 Personal de planta de confección

Director de operaciones: Aumentar y/o mantener la competitividad de la empresa en base a su visión estratégica de las operaciones realizadas por los jefes de las diversas áreas de la empresa, promoviendo la integración de todas estas para alcanzar las metas empresariales a corto y largo plazo.

Gerente de producción: Prever, organizar, controlar, desarrollar y evaluar las operaciones de las áreas productivas para garantizar el cumplimiento de los planes de producción mediante la

administración eficiente de los recursos dentro de los estándares establecidos de producción y calidad de la propia empresa en atención a los requerimientos legales y a la satisfacción de las necesidades del cliente.

Planeación: Coordinar el flujo de producción de los diversos productos fabricados conforme a su demanda planificando las operaciones y estableciendo prioridades en base a materia prima, máquinas y mano de obra garantizando el máximo rendimiento y manteniendo retrasos mínimos.

Ingeniería: Establecer parte del diseño del producto en base a especificaciones del cliente. Registrar en sistema los productos a fabricar y establece la lista de materiales junto con los consumos para poderlos explosionar. Además de realizar costos y fichas técnicas de producto terminado. Aplicar la mejora continua en las líneas de producción aplicando los aspectos de la ingeniería promoviendo que la calidad del producto se mantenga de la misma manera desde que sale de producción hasta su llegada al cliente.

Calidad: Inspeccionar los materiales y el producto en fabricación antes, durante y después de su entrada a la planta de confección, asegurando las normas de control de calidad junto con sus procedimientos de producción y haciendo registro de los problemas de producción encontrados.

Mantenimiento: Prolongar la vida útil de los bienes, obtener un mejor rendimiento de estos y reducir el número de fallas mecánicas. Emplear métodos de reparación óptimos. inspeccionar, registrar y mejorar las instalaciones y sus características para promover el uso correcto y eficiente de la maquinaria, personal y servicio.

Seguridad e higiene: Establecer un conjunto de medidas que se aplican con el fin de prevenir accidentes laborales y minimizar sus consecuencias. La higiene y seguridad industrial

brinda la posibilidad de organizar y planear diferentes formas de protección. Preservar el bienestar de la salud del trabajador, y la integridad física de los trabajadores de acuerdo con estándares diseñados para garantizar sus condiciones de trabajo, siendo su principal función la capacitación del personal, y la prevención de enfermedades y accidentes laborales.

Recursos humanos: Atraer los mejores talentos para que realicen sus mejores aportaciones a la planta y asegurar la correcta gestión del personal velando sus intereses, sus relaciones laborales y su satisfacción en el trabajo.

Supervisores de producción: Controlar correctamente los recursos de las líneas de producción, siempre tomando en cuenta el suministro de materia prima y del número de operadores a trabajar dicho producto, considerando las aportaciones que recibe de la gerencia de producción, planeación e ingeniería.

Almacenistas: Optimizar el espacio del almacén. Planificar, direccionar y coordinar todas las actividades de almacenamiento y distribución de materiales e inventarios de la empresa.

Operarios de máquinas: Instalar, controlar y ajustar todos los componentes y parámetros necesarios de la máquina para comenzar con su ciclo de producción asegurándose de su seguridad e higiene laboral.

Inspeccionar y comprobar sus objetivos de producción con herramientas de precisión y medición, tomando registro de las unidades producidas aprobadas y rechazadas.

Ayudantes generales: Apoyar en las diversas actividades del área de producción, siempre teniendo en mente los objetivos que deben de cumplirse en cada una de las estaciones de trabajo donde se requiera, aun cuando estas varíen de área y tiempo.

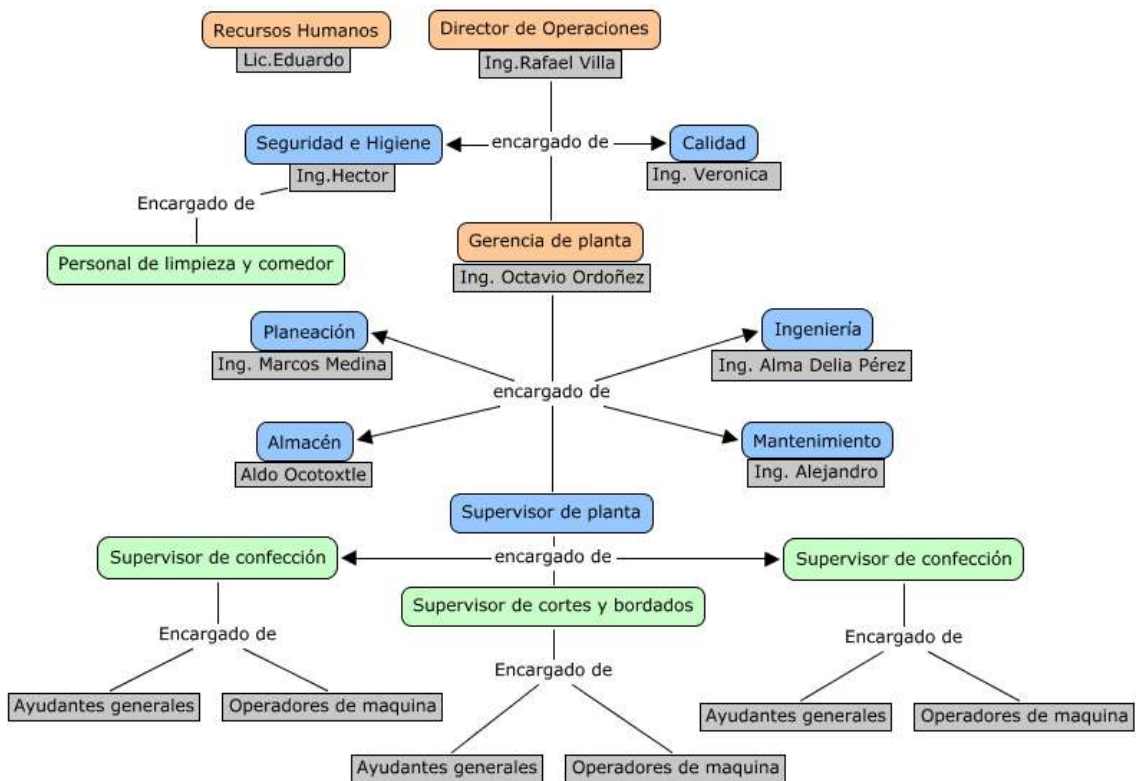
Personal de comedor: Realizar la correcta gestión de las actividades y de los suministros que se necesitan para cumplir completamente con la prestación del servicio de comida y/o bebidas para todo el personal de planta que lo requiera.

A continuación, se muestra el siguiente organigrama de la empresa para su mejor entendimiento:

1.1.5.1 Organigrama de la empresa

Figura 1:

Organigrama de la empresa



Nota: La figura 2 solo es una representación cercana de la organización de la empresa hasta el momento en que se realiza esta investigación. En un futuro el organigrama puede modificarse con

el objetivo de obtener un mayor beneficio con la colaboración de los distintas áreas y departamentos.

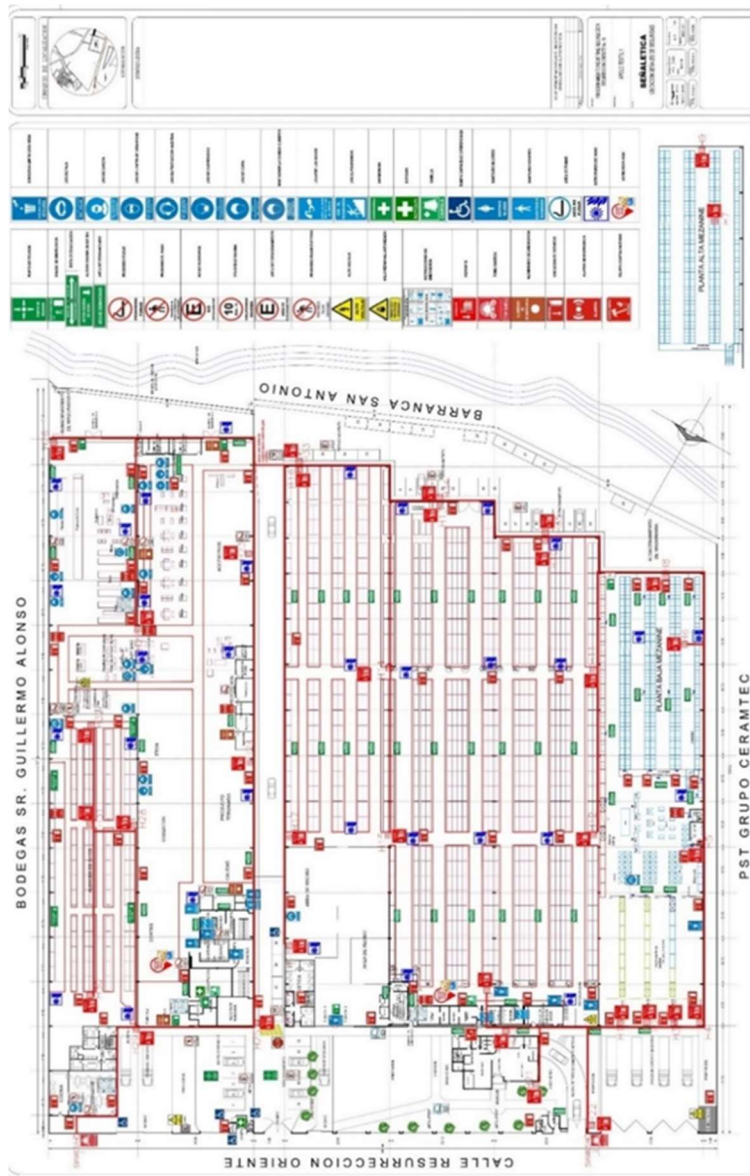
1.1.6 Ubicación y superficies

Empresa 100% mexicana, líder en el mercado de cobertores de bebé, ropita, accesorios de cuna, accesorios de año, artículos para el cuidado del recién nacido y cobertores de adulto. Integrada desde la fabricación, distribución y comercialización de productos con una sólida participación en el mercado nacional e internacional, llegando a más de 30 países con telas producidas de entre 100 a 800 gramos, siendo una tela poliéster o algodón en sus distintas variaciones basando su dinámico desarrollo en México y en el mundo en la alta calidad y seguridad de sus productos. Su principal dirección es la siguiente: Resurrección Ote. Parque Industrial Resurrección C.P.*****, Puebla, Puebla. México.

1.1.7 Lay Out de la Planta 1

Figura 2:

Señaléticas de la empresa



Nota: La planta de confección tiene una superficie total construida aproximada de 6062.80 m².

Obtenida de la empresa.

1.1 Problema de investigación

La necesidad de fabricar cobertores con mayor rapidez, calidad y menor costo impulsan a las empresas a mantener una constante mejora en sus métodos de fabricación con tal de alcanzar una mayor competitividad frente a otras y ganar cada vez un mayor número de clientes potenciales, sin embargo, se ha detectado que en la empresa no se llega a cubrir con las solicitudes del plan de producción por diversas variables que afectan al proceso.

En respuesta a que la producción difícilmente se cumple, se han modificado varias veces las características de los cobertores, sin embargo, estos no llegan a documentarse ni a planificarse, por lo que existe una gran diferencia entre lo que se tiene activo en sistema y lo que se tiene fabricando en piso.

A pesar de que se tiene un sistema software que apoye a los departamentos a la realización de sus actividades de forma rápida, existe personal de producción clave en los procesos de fabricación que difícilmente tiene el acceso a la información necesaria para el arranque de sus actividades, donde aunado con los cambios técnicos constantes en los productos produce que las líneas se detengan de forma repetitiva.

1.2 Justificación

En la empresa se necesita de un proyecto que optimice el proceso ante la entrada en producción de un nuevo producto y el estudio de trabajo analiza los métodos de fabricación para establecer los tiempos destinados a su fabricación, además de diagnosticar los problemas de fabricación a través de la integración de diversas herramientas para el registro de la información, análisis y determinación de la solución efectiva al negocio textil de cobertores.

La aplicación de un estudio de trabajo afecta significativamente a las empresas sin importar cuál es su giro debido a que puede irse adaptando al tipo de actividades que se realizan, tomando en cuenta que sean medibles para posteriormente mejorarlas.

Con las propuestas de mejora se pretende apoyar a la sociedad de producción textil en la realización de sus actividades de manera fácil y efectiva con la disminución de las incidencias y un método de fabricación con mayor agilidad, esperando que la empresa incremente su competitividad gracias a su control de la producción, estableciendo mejores condiciones de trabajo, promoviendo un aumento de la motivación del personal y disminuyendo los costos de fabricación.

La colaboración entre las distintas áreas permitirá que el conocimiento adquirido a lo largo de los años en la misma empresa o de procesos similares promueva que esta investigación sea más completa y precisa, siendo posible evaluar las técnicas de control de la productividad y contribuir con otras ideas para mejorar la eficacia del estudio, buscando a su vez que el personal de la empresa, los ingenieros industriales y los lectores de esta investigación tengan en cuenta la eliminación del efecto “silo”, mostrando como ejemplo la incertidumbre adquirida en una empresa internacional con cada cambio de administración.

1.3 Preguntas de investigación

1.- ¿Cómo optimizar la línea de producción de cobertores en aspectos de calidad y tiempos de fabricación?

2.- ¿En qué porcentaje los tiempos de producción actuales difieren de los tiempos propuestos?

1.4 Objetivo general

Establecer las propuestas de mejora para la optimización de una línea de producción de cobertores aplicando las herramientas de la Ingeniería de métodos y tiempos.

1.4.1 Objetivos específicos

- Registrar la información necesaria con las herramientas del estudio de trabajo para obtener un diagnóstico del proceso de producción actual.
- Determinar los tiempos del proceso de fabricación del cobertor.
- Proponer las mejoras alcanzables para optimizar los tiempos de producción.

1.5 Hipótesis

Las propuestas del estudio realizado en la planta de confección textil serán efectivas para ser aprobadas como proyecto a aplicar en la empresa, debido a que se optimizará el proceso con la disminución de los tiempos de fabricación del cobertor en cada estación de trabajo, se utilizarán menos recursos y se tendrá una mayor facilidad en la manipulación del material.

1.6 Alcances

Las propuestas de mejora se plantean con las herramientas y técnicas del estudio de trabajo que permitan la disminución del tiempo de corte, confección y empaque de los cobertores tomando en cuenta las diversas variables que intervienen en la manipulación de los mantos y las distintas máquinas a utilizar, así como también las especificaciones de calidad solicitadas por los clientes de tiendas departamentales.

Se entregan los formatos y diagramas elaborados al personal involucrado en el proceso y se dará la capacitación necesaria para el seguimiento de dichos formatos.

1.7 Limitaciones

El tiempo destinado al estudio no permitirá que se establezca un estudio del trabajo en toda la planta de confección por la inmensa cantidad de productos y máquinas existentes y se opta por estudiar una sola familia de productos.

Solo se tiene acceso inmediato a algunas áreas de la empresa, por lo que todos los esfuerzos deben enfocarse en el área de producción en consulta de información con los departamentos con mayor intervención, en este caso Ingeniería, Planeación y Calidad.

1.8 Recopilación y manejo de la información

El estudio constará de tres etapas de investigación con el fin de plantear las propuestas de mejora. La primera etapa es descriptiva de la situación actual de la empresa junto con aquellas actividades o desperdicios que perjudican sus principales procesos y la determinación de aquella familia de productos a donde se va a enfocar el estudio, así como las herramientas y metodologías por utilizar, la segunda etapa consta de la determinación cuantitativa de los tiempos estándares de producción de las actividades necesarias para la fabricación, y, por último, la tercera etapa establece las propuestas de mejora y sus posibles impactos.

Existen diversos factores que afectan la productividad de una empresa disminuyendo de esta forma su competitividad frente a otras del mismo giro, por lo que Grisales menciona que:

Las compañías con más riesgo de perder clientes por el uso indiscriminado de excusas sin fundamento son las grandes multinacionales. Conforme más grande es la compañía, más complicado resulta personalizar al cliente y sus necesidades y más posibilidades hay de perderlo. Además, es complicado corregir esta actitud porque en una compañía grande, los hábitos de cada uno pasan más fácilmente desapercibidos. (2014, p.81).

Por lo anteriormente mencionado, hay una serie de efectos relacionados con el cliente y el método operacional de la empresa, es así como las situaciones conllevan a proponer cambios en el proceso de fabricación de cobertores garantizando la misma calidad del producto.

La baja productividad es perjudicial para la empresa y puede comprometer la relación empresa-cliente, donde también Grisales se establece la siguiente cuestión: “¿Cuánto cuesta perder un cliente, una oportunidad laboral, una asignatura, un negocio por el que se ha invertido recursos, un ascenso, un reconocimiento y, en síntesis, múltiples formas de desarrollo profesional y empresarial?” (2014, p.81). Representando que todo el esfuerzo realizado es desperdiciado solo por las malas practicas de sus empleados.

Hay que recalcar que ante un mundo globalizado la competitividad es cada vez más importante ya que permite que la empresa siga existiendo y desarrollándose, donde podemos encontrar la insistencia de Bonet, donde recalca que los contactos empresa-cliente anteriormente funcionaba por la confianza que existía entre ambos bandos, pero ahora eso ya no existe en las empresas ni en el mercado, donde concluye que el único camino factible a seguir es la competitividad.

Para otros autores la relación de empresa-cliente comienza con la confianza que crean ambas partes y su habilidad para transformar esta confianza en una alianza estratégica que

promueva el continuo desarrollo de ambos, pero no se descarta la idea de que competitividad y confianza son caras de una misma moneda.

La producción en la planta de confección textil tiene en sus procesos tiempos “estandarizados” para los productos que ya se han realizado con anterioridad, pero ante el alza en la demanda de productos el tiempo de producción real empieza a diferenciarse por los cambios técnicos y de métodos de fabricación que se requieren para cumplir con las especificaciones de calidad solicitadas.

Los cambios técnicos que han sufrido los productos no han sido documentados y la capacidad real de la planta tiende a desperdiciarse, por lo que, es necesaria un estudio que permita el registro y análisis de estos procedimientos con sus respectivos tiempos de proceso para que esta información sea actualizada y aprovechada por todos los demás departamentos ligados a la fabricación del producto.

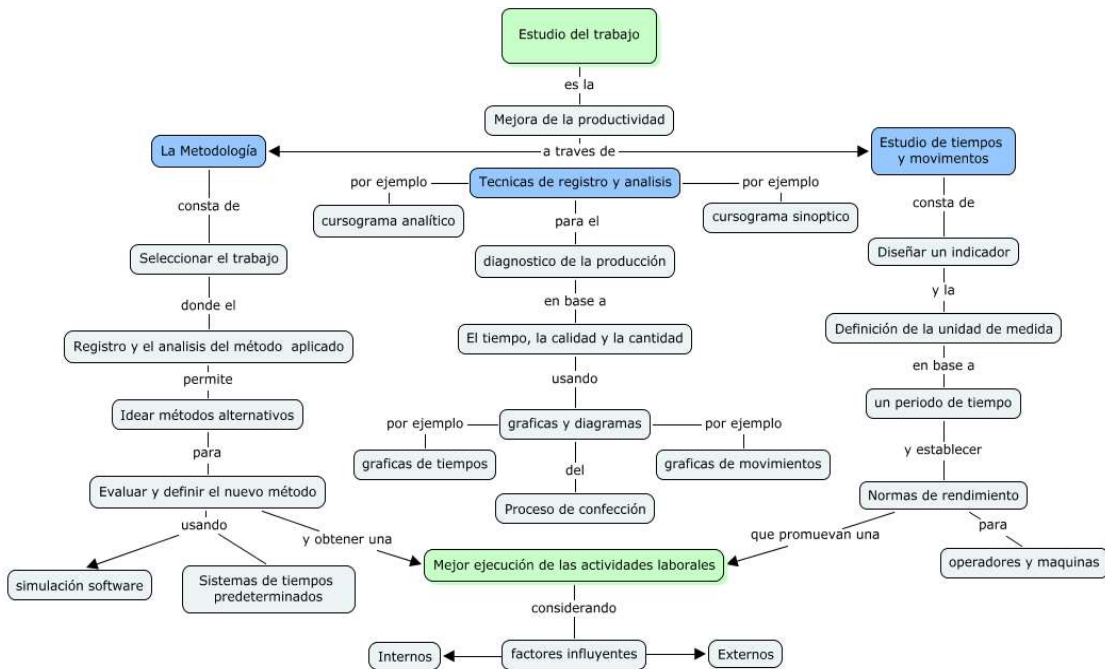
Adicional, se requiere de un sistema de apoyo que promueva una mayor rapidez en el procesamiento de la información y evitar que nuevamente se atrase la documentación de los procedimientos reales de fabricación de la empresa.

El estudio se realizará en un principio con ayuda de cada uno de los departamentos que se verán principalmente afectados por los próximos cambios en la producción, como lo es calidad, planeación, ingeniería, diseño y por supuesto producción y su sindicato, esto a su vez aporta a que el proyecto se vea alimentado por una mayor cantidad de información y promueva que las propuestas para la optimización de las líneas de producción también aporten beneficios a los departamentos participantes.

En caso de seguir posponiendo la investigación, las propuestas de mejora sin considerar los datos reales del proceso se verán afectadas negativamente, además de que la empresa seguirá perdiendo ante sus competidores por no mejorar su productividad.

Figura 1:

Esquema propuesto del estudio del trabajo



Nota: El esquema solo es una propuesta más para la investigación en base a las condiciones del proceso.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 El estudio del trabajo

La productividad, la eficacia, la eficiencia, la efectividad y el rendimiento son conceptos que siempre deben conocerse y repasarse ya que son los indicadores universales de la actualidad y con los que se mide a las empresas, siendo que en diversas ocasiones estos se toman como base al tiempo.

El tiempo debe entenderse o asemejarse al dinero, ya que para una empresa este es costoso cuando no se aprovecha cada minuto destinado a la fabricación, por ejemplo, la capacidad productiva se mide respecto al tiempo de producción para efectuar una orden de compra y si existen retrasos, estos provocan que la salida del producto terminado no se cumpla con el tiempo de entrega establecido. Algunas de estas situaciones las podemos encontrar en los distintos materiales que se usan para crear una pieza junto con sus respectivos consumos y especificaciones, las herramientas o máquinas con las que se fabrica y que no se llegan a aprovechar en su capacidad más óptima porque el personal no se encuentra capacitado para realizar sus actividades, las máquinas no están calibradas o el método aplicado es diferente al establecido, todo esto puede interpretarse como algo adicional y que ya no aporta valor al producto, al contrario, lo vuelve más costoso, pero estos son solo una parte de la causa raíz, siendo que “el problema no es tanto la falta de tiempo, sino el uso que se hace de él.” (Mengual, et al., 2012, pág. 3).

La productividad puede definirse como el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar los objetivos, es decir, la relación entre los productos y los insumos utilizados.

La eficacia de una empresa es el número de piezas fabricadas durante un periodo de tiempo, al contrario de la efectividad, que es la relación de los resultados logrados y los propuestos, y la

eficiencia estaría más ligada con la calidad de una pieza, es decir, que no solo se produzca la cantidad, sino también se cumplan todas las características solicitadas, garantizando que el producto no va a ser rechazado y que se está cumpliendo con los objetivos principales de una empresa, la satisfacción del cliente.

La eficacia difiere de la eficiencia, en el sentido en que la eficiencia hace referencia a la mejor utilización de los recursos, y la eficacia hace referencia a la capacidad para alcanzar un objetivo, aunque en el proceso no se haya hecho el mejor uso de los recursos. (Mengual, et al., 2012, p.9).

El nombre del proyecto puede interpretarse de diferentes maneras debido a las amplias ramas que el estudio conlleva, y la OIT (Organización Internacional de Trabajo) lo define como “el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando.” (Kanawaty. 1996, p. 9).

El estudio busca seguir cumpliendo los estándares de calidad del cliente, además de la oportunidad de disminuir los costos con las ventajas del estudio, poniendo como ejemplo las intervenciones realizadas por el padre de la administración científica y de la ingeniería industrial Frederick W. Taylor, sin embargo, no hay que quitarle créditos a las personas que iniciaron con las aportaciones de diferentes técnicas y logros, donde según Roig, en el siglo XVIII se realizó por primera vez un estudio de tiempos por parte del ingeniero francés Bernard Forest de Belidor, a pesar de que aún no se inventaba el cronómetro.(1996, p.4).

En el caso de esta investigación, el estudio de trabajo se divide en dos ramas principales, el estudio de tiempos y el estudio de movimientos, ambas con el fin de realizar un análisis a través de las distintas herramientas disponibles para ser aplicadas de manera conjunta.

2.1.1 Medición de trabajo

En palabras de Lord Kelvin (William Thomson kelvin), (1824-1927) “Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”, se resalta la importancia de la medición, por lo que existen diversas técnicas para la realización de esta actividad con sus respectivas unidades de medida.

Los tiempos y movimientos, a pesar de ser dos estudios diferentes, ambos se complementan obteniendo la información necesaria uno de otro para ser enfocados a cierto proceso. Estos se establecen con base al mejor método a cuesta de que los operadores tiendan a realizar diferentes procedimientos entre las líneas de producción y se fabrique el mismo tipo de producto.

Existen diversas técnicas de obtención de datos para medir los tiempos de ciclo por estación de trabajo y la más utilizada es por observación directa, dicha medición se realiza con apoyo del cronómetro y es el método más alcanzable para ser efectuado, sin embargo, los problemas radican en el material utilizado y la habilidad del analista, donde Rico, et al., indica que existen dos tipos de cronómetros disponibles en el mercado, el modo vuelta a cero y el continuo o acumulativo, sin embargo, la tecnología de hoy en día ha alcanzado que un mismo tipo de medidor contenga ambas características para un mejor análisis de los tiempos de trabajo. (2005, p. 10).

La habilidad del analista suele tener un porcentaje de error al momento de parar y volver a retomar el tiempo para realizar una actividad, el error de medición puede disminuir por medio de

la práctica hasta llegar al aceptado por diversas industrias, siendo el 1%, el porcentaje permitido en la planta de confección de Puebla.

Además de esta técnica se encuentra el método por muestreo de trabajo donde el analista anota una cantidad de observaciones y se detectan las actividades que no agregan valor al producto, esta técnica también puede apoyarse de videos, donde todo se registra en las cámaras para después ser medidas con cronómetro o usando los mismos tiempos de grabación. Esta técnica de medición es ideal en tareas no repetitivas y que requieren de horas para realizarse.

Por último, se encuentra la técnica de medición por movimientos y tiempos predeterminados, donde podemos encontrar diferentes métodos diseñados por distintas empresas o personas que han invertido en investigaciones con la finalidad de establecer un estándar global de acuerdo con el tipo de movimiento que se realiza y se usan en actividades repetitivas y que se necesitan de unos minutos para ser completadas. Véase algunos de estos métodos en el capítulo 2.2 de esta investigación.

2.1.2 Factores que intervienen en la medición

La medición suele tener cierto porcentaje de error a pesar de que se utilice una herramienta de tiempos predeterminados, sin embargo, en este último caso es posible que el error sea lo suficientemente bajo para no perjudicar de manera grave nuestras estimaciones, dando como resultado una decisión acertada.

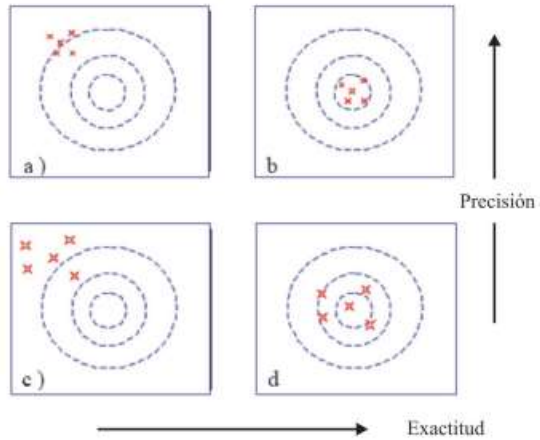
Recordemos que la medición es la asociación de una cantidad a una magnitud física en específico, ya sean valores de longitud, de temperatura o de peso, siempre denotando tal cantidad seguida del símbolo de la magnitud, por lo que no solo se trata de medir, sino también de definir

qué es lo que se va a medir, cómo se va a medir y con qué herramienta o técnica se va a ejecutar dicha medición, pero el error sigue acompañando al proceso de medición.

El error puede llegar a confundir al lector al momento de que se define, esto debido a que se utiliza como sinónimo de incertidumbre, dejando fuera su concepto propio y el de otros, tales como la exactitud y la precisión de una medición, también siendo ambas confundidas entre sí. El concepto de error de medida viene dada como la diferencia entre el valor convencional o que fue medido por parte del analista y el valor de referencia o también llamado valor real, pero el valor real al ser comúnmente desconocido, el error también lo es, aunque se puede estimar una cota superior máxima de variación de la magnitud sin importar que no coincida con el valor real, aquí radica la diferencia con la incertidumbre ya que ésta a pesar de que también se desconoce, puede cuantificarse. La definición de este segundo concepto es el margen de duda alrededor del valor real, por ello es recomendable que, al cuantificar este intervalo, se nombre incertidumbre y no error de medida. Para el caso de la precisión y la exactitud véase la siguiente figura:

Figura 2:

Los errores de medición



Nota: El IVM- *International Vocabulary of Metrology* / Vocabulario Internacional de Metrología (ISO,2007) define a la precisión como la proximidad de los valores medidos, obtenidos de forma repetitiva en la medición de un mismo objeto y bajo las mismas condiciones, mientras que la exactitud se refiere más a la proximidad de cada valor medido al valor de referencia, es decir, los valores con menos incertidumbre son más cercanos al valor real. Tomada de (Gonzales & Jasen, s.f., p. 2).

Los tipos de errores pueden ser muy variados, pero se puede resumir su clasificación en 4 partes de acuerdo con su origen: errores obtenidos por el factor humano, errores por el instrumento o máquina, errores por el método de medición, y errores por factores ambientales, dicha clasificación puede ser diferente para la mayoría de los autores de acuerdo con las características de cada error tomado en cuenta. Para este caso, dentro de los factores humanos podemos describir a aquellos errores como los causados por el personal operativo y por el analista, abarcando desde las habilidades físicas y cognitivas hasta las profesionistas.

Los errores por el instrumento o máquina utilizada se asignan más a los aspectos del mantenimiento industrial, características mecánicas y físicas de fabricación, por ejemplo, las capacidades de las máquinas de corte y de confección, su tamaño o forma y su calibración.

Los métodos de medición también intervienen en la captura de datos factibles y viables ya que al realizarse de forma inadecuada o de manera no planeada se pueden pasar por alto ciertos aspectos a considerar del proceso productivo y a su vez dando paso a que errores de otro tipo se presenten en mayor porcentaje. Por último, el factor ambiental afecta tanto a los materiales como al personal de diversas maneras, desde el clima ambiental que se percibe hasta las condiciones físicas del lugar que propician características no aptas para el trabajo.

Durante la toma de mediciones es necesario hacer repeticiones para establecer el intervalo de incertidumbre, estas mediciones pueden estar dispersas dentro y fuera de este, cuando estos datos se encuentran dentro es común que estas tiendan al centro, mostrando gráficamente una distribución de campana o distribución normal, aunque también hay casos donde estos datos tienden más hacia un lado del intervalo, donde pone aún más en duda el valor real de las mediciones.

Para estimar el valor real de una medición cuando ya se tiene un grupo de valores se tiende a realizar un promedio de todos estos datos y el resultado se toma como el valor final, sin embargo, esta fórmula puede ser muy engañosa ya que no se evalúa la tendencia de estas mediciones y se puede llegar a un dato cercano y no real. Afortunadamente se tienen las herramientas necesarias para realizar un mejor análisis a los datos que se van a obtener, esto es mediante el uso de la estadística y sus medidas de resumen de datos que nos ayudan a entender mejor el comportamiento de la información aun cuando se trabaje con una gran cantidad de muestra. Las medidas de resumen se clasifican en tres grupos: medidas de tendencia central, medidas de dispersión y medidas de

posición, donde (Franco & Darrigrandi, s.f) nos ofrecen en el capítulo 3.1 las siguientes definiciones:

Medidas de tendencia central: en este grupo podemos encontrar a la media, la mediana y la moda. En el caso de las medidas de dispersión de datos es común utilizar el rango, la varianza y la desviación estándar, por último, tenemos a los percentiles y sus demás variantes clasificadas como medidas de posición.

El promedio nos ayuda a la determinación del punto medio o central sumando todos los datos y dividiéndolo entre el total de datos obtenidos, la moda es el valor que más se repite y la mediana es aquel dato registrado que se encuentra a la mitad, por lo que para encontrar dicho valor es necesario primero ordenar los datos de menor a mayor y seleccionarlo.

Medidas de dispersión: aquí se define al rango como la diferencia entre el valor del dato máximo y el dato mínimo, la varianza mide qué tan alejado, en valor promedio, están alejados los datos de la media aritmética, es decir, es el promedio de las desviaciones al cuadrado y la razón de que este resultado esté elevado al cuadrado es debido a las propiedades de los residuos, si la formula no estuviera al cuadrado los resultados de todos los datos se restarían entre sí dando como resultado un cero. La desviación estándar indica la cantidad de observaciones que difieren en un conjunto respecto a su media, dicho en otras palabras, es la medida de dispersión de datos dentro de un conjunto.

Medidas de posición: Los percentiles nos ayudan a ubicar en porcentaje los datos que son menores o iguales a cierto valor, es una medida que divide todos los datos en 100 partes, por lo que es necesario primero ordenar los valores registrados de menor a mayor para que el resultado sea correcto.

La conclusión de los resultados de cualquier unidad de medida depende en todos los sentidos del punto de referencia con el que se va a evaluar y del tipo de estudio que se esté realizando, causando en ocasiones que sea o no necesario usar todas las medidas de resumen o solo algunas de ellas, además, la obtención de estos resultados para un análisis más rápido es recomendable la utilización de un software con gráficos para un mejor entender de su comportamiento.

2.1.3 Ergonomía, seguridad e higiene laboral

La seguridad y la higiene laboral buscan lo mismo que la ergonomía, el bienestar humano y por ello es normal encontrar múltiples normas que busquen ser cumplidas por los operadores, pero en este caso nos centraremos más al caso de la ergonomía.

La seguridad tanto física es tan importante como la seguridad psicológica, sin embargo, a través del tiempo se ha observado que los mayores esfuerzos se han ido inclinando cada vez más hacia la seguridad física que a la psicológica y la primera Asociación Nacional de Ergonomía la define como “el estudio científico de los factores humanos en relación con el ambiente de trabajo y el diseño de los equipos. (máquinas, espacio de trabajo, etc.)” (Llaneza, 2007, p. 25).

Las necesidades de las empresas y del factor humano requieren en la actualidad que los diferentes departamentos trabajen en conjunto para la determinación de un proceso efectivo, sin embargo, en la planta de confección textil, ante la falta de tiempo, esta parte del estudio solo se enfocará en los aspectos más básicos de la ergonomía y del estudio del trabajo.

La ergonomía según su dominio puede clasificarse en cuatro partes, cognitiva, física, organizacional y visual, todas orientadas al aumento de la fiabilidad del sistema del proceso de

producción en base al incremento de la calidad de vida de los operadores a través de su seguridad y bienestar para aumentar su eficacia.

La ergonomía cognitiva se enfoca en el estudio de los procesos mentales, por ejemplo, el razonamiento, la respuesta psicomotriz, la memoria y la percepción del operador. La ergonomía física se enfoca solo en las características anatómicas del ser humano para realizar sus actividades o tareas, algo similar sucede con la ergonomía visual, la cual solo se centra en conseguir la mayor capacidad de comodidad para el operador al momento de realizar una actividad que demande una exigencia visual importante.

Por último, está la ergonomía organizacional y que se centra en la mejora de la interacción de los operadores con sus compañeros en una misma estructura organizacional y política, dando pie al aseguramiento de la calidad o del proceso que se esté llevando a cabo.

Las diferentes disciplinas que componen a la ergonomía apoyan y promueven su uso desde diferentes puntos de vista para la atención hacia los dos objetos de estudio de esta disciplina, el personal y el producto. Los aspectos ergonómicos del producto van dirigidos a la facilidad de la manipulación del producto por parte del cliente, promoviendo su seguridad y productividad respecto al uso del producto conforme a sus instrucciones de uso.

En el caso de las personas, la intervención de la anatomía, la fisiología, la antropometría, la biomecánica y por supuesto de la psicología, es más elevada debido a que se tratan de evitar las lesiones que el cuerpo humano puede sufrir por el trabajo y las condiciones de su entorno. Estas disciplinas toman en cuenta diversos factores de riesgo laborales, los cuales son:

Factores ambientales (ruidos, vibraciones, calidad del ambiente interior, diseños del puesto de trabajo, manipulación de cargas, posturas del trabajo), factores del contenido del trabajo (tareas

desagradables, alta exigencia emocional y creativa, actividades monótonas y repetitivas) carga, ritmo y tiempo del trabajo(ritmos elevados d trabajo, errores frecuentes, información inadecuada, cambios de ubicación y espacios no convencionales, trabajos nocturnos, horarios irregulares, descansos inadecuados, exceso de horas de trabajo, confusión entre tiempos de ocio y tiempos de trabajo), participación y control(baja capacidad de control del proceso productivo, escasa o nula participación en la toma de decisiones, medios de comunicación inadecuados), desempeño del rol, (incumplimiento de eficacias y eficiencias, sobrecargas o infra cargas de trabajo),desarrollo profesional(inseguridad, remuneración baja, falta de reconocimiento o interés, escasa valoración social, estancamiento), equipos de trabajo y exposición a otros riesgos(afectaciones al cuerpo humano por herramientas, equipos o tecnologías, uso de sustancias tóxicas, exposición a riesgos físicos, escasez o exceso de equipos, herramientas o tecnologías, etc.

2.1.4 El estudio de tiempos

Fue la primera aplicación dentro del estudio de trabajo para medir la producción y así implementar las mejoras necesarias comparando el antes y el después de los métodos aplicados, este estudio fue efectuado por primera vez en el siglo XVIII. Más adelante Kanawaty define al estudio como:

Una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. (1996, p. 273).

Los objetivos principales del estudio de tiempos es la determinación de la medida estándar para la fabricación de cierto tipo de producto en unidades de tiempo y es de vital importancia para otras áreas, por ejemplo, la contabilidad de costos y la planeación.

2.1.5 El estudio de movimientos

El estudio del trabajo hasta la era de Frederick W. Taylor solo tenía el alcance de la determinación de tiempos por cronometraje y la aplicación final del nuevo método propuesto, pero no es hasta finales del siglo XIX que la pareja estadounidense Lillian Moller y Frank Gilbreth trabajaron juntos en la elaboración de un nuevo método de medición denominado Therbligs (ver imagen en el apéndice de esta investigación).

El estudio es un análisis que se aplica de diferentes maneras en los operarios al momento en que ellos realizan las actividades para ejecutar su trabajo, por lo que su objetivo se centra en la eliminación de movimientos innecesarios y la disminución del tiempo operativo a través de la facilitación y aceleración de los movimientos eficientes, tomando en cuenta las unidades de medida de estos movimientos respecto al tiempo, Además, la BBC (*British Broadcasting Corporation*) / Compañía Británica de Radiodifusión) publica el 14 de julio del año 2019 que Lillian Moller fue la primera en realizar un estudio acerca de la psicología dentro de una organización científica del trabajo.

Por otro lado, existen diversos métodos de medición por tiempos predeterminados en base a los movimientos que un operador realiza y cada uno de estos se respalda con años de investigación con base a las propuestas realizadas por el matrimonio Gilbreth o directamente volviéndolos más precisos o combinando movimientos de algún otro método que ya se haya

establecido, por lo que es normal que estos métodos se parezcan entre sí, incluso llegando a utilizarse las mismas unidades de medida que otros.

2.2 PTS (Predetermined Time Systems /Sistemas de tiempos predeterminados)

El MTM (*Methods-Time Measurement* / Método de medición del tiempo), MTA (*Motion Time Analysis* / Análisis de Métodos), WF (*Work Factor* / Factor de Trabajo), MOST (*Maynard Operation Sequence Technique* / Técnica Maynard de Operaciones en Secuencia), MODAPTS (*Modular Arrangement of Predetermined Time Standards* / Arreglo Modular de Tiempos Estándares Predeterminados), y GSD (*General Sewing Data* / Datos generales de costura) son las principales técnicas que pueden aplicarse para el estudio de movimientos y tiempos predeterminados, estos pueden ser una variante de otros, sin embargo sus objetivos son muy similares, el ofrecer su información para aportar en el desarrollo de nuevos métodos de tal modo que sea posible alcanzar nuevas eficiencias en producción sin dejar de lado el factor humano.

Todos los sistemas operan de la misma manera ya que se centran en descomponer el proceso de trabajo en todos los movimientos posibles y óptimos para establecer un tiempo de ciclo preciso de todas las operaciones realizadas. A continuación, se muestra información acerca de estos sistemas y las consideraciones que se requieren para aplicarlas en los objetos de estudio seleccionados:

2.2.1 MTA (*Motion Time Analysis* / Análisis de Métodos)

El creador de los PTS, Sistemas de Tiempos Predeterminados por sus siglas en inglés, es incierto ya que se realizaron innumerables estudios hasta llegar a la asignación de valores de

tiempos a todos aquellos movimientos que fueron incluidos en el MTM, sin embargo, Asa B. Segur, presenta en 1926 su trabajo nombrado como *Motion Time Systems*, donde plantea la necesaria utilización de los 18 Therbligs, donde uno de sus principios de mejora fue la eliminación de la mano izquierda como medio para sujetar herramientas y equipos, pues lo cataloga como un “vicio”. (Fundación WF, 2008, párrafo 6).

Márquez R, y Moreno S. mencionan que: “Resulta ser de extrema importancia que en la aplicación del MTA se observe en meticuloso detalle cada movimiento que se hace de modo que los valores de tiempo pueden ser desarrollados y aplicados”. (2016. p. 59).

MTA nos ayuda a determinar un nuevo método de trabajo haciendo correcciones, además de que analiza cada movimiento y sub - movimiento para eliminar a aquellos que están de sobra en el proceso de fabricación,

Debido al gran desarrollo que se tuvo en este método, todos sus consecutivos aprendieron de las limitaciones de este y se enfocaron en desarrollar cada vez más al método creado, además de que permitió comprender que las otras técnicas de estandarización de tiempos como lo es el cronometraje no permiten conocer las situaciones sin plantearnos la necesidad de establecer alguna mejora.

Actualmente MTA incluye tablas con sus respectivos movimientos y valores en unidades TMU (*Time Measurement Unit* / Unidad de Medida de Tiempo), asignados junto con las distancias recorridas para volverlo más preciso, además de que para la industria textil también toma en cuenta los valores de las revoluciones por minuto y las puntadas por pulgada de las máquinas de costura.

Figura 3:

Ejemplo de tiempo de recorrido del ojo humano

Movimiento: Tiempo de recorrido del ojo y enfoque – ET & EF
<p>Tiempo de recorrido del ojo = $15.2 \times T / D$ TMU, con un valor máximo de 20 TMU</p> <p>Donde: T = distancia entre los puntos límite de recorrido del ojo, D = distancia perpendicular desde el ojo hasta la línea de recorrido T.</p> <p>Tiempo de enfoque del ojo = 7.3 TMU.</p>

Nota: En toda industria se deben considerar los suplementos que apliquen al tipo de proceso o actividad, como lo son los movimientos oculares para la determinación del tiempo de recorrido del ojo y su enfoque. Tomado de (Márquez & Moreno, 2016, pág. 69).

2.2.2 WF, (*Work factor* / Factor de trabajo.)

Este sistema es un método que funciona bajo 4 variables en función del tiempo para desarrollar un movimiento, de las cuales su identificación es importante para la elaboración de un análisis detallado y una asignación de tiempos fácil de realizar. Las 4 variables son: miembros del cuerpo humano, distancia de recorrido (pulgadas), grado de control manual y peso acarreado (libras). En el caso del control manual, este se puede subclasificar en 5 factores: factor por detención definida (son los movimientos que el operario ya no realiza por voluntad y no por obstáculos), factor por conducción (control manual necesario para mover un objeto en un área reducida), factor por precaución (precauciones para evitar un daño), factor por cambio de dirección (control necesario para evitar algún obstáculo) y el factor por resistencia, donde se toma en cuenta el peso en los trabajos manuales. (García & Montes, 1992, pp. 37-39).

Los movimientos básicos que el Work Factor toma en cuenta son:

Transportar (R y M), donde se incluye el alcanzar o mover. Coger (Gr), tomando en cuenta la facilidad y complejidad de este elemento. Pre posicionar (PP), para mantener el objeto en una posición adecuada para el siguiente elemento. Montar (Asy), disponiendo o no de una ayuda mecánica para unir los objetos o colocarlos en sitios complicados. Usar (Use), en este elemento se considera que, si está controlado por el operario pueden usarse las tablas de tiempos predeterminados, sin embargo, si están bajo el control de una máquina, el tiempo debe calcularse mediante fórmulas matemática. Desmontar (dsy), es lo inverso de montar, pero se pueden dar casos donde existen peculiaridades, tales como el desplazamiento por post - desacoplamiento y el aflojar presión, siendo estos movimientos de transporte para el desmontaje. Soltar (RL), considerando las diferentes formas de soltar de acuerdo con el peso del objeto y los movimientos necesarios para dejar de ejercer control. Proceso mental (MP), son aquellos actos donde se debe usar el cerebro, los sentidos y el sistema nervioso, donde podemos encontrar diferentes clasificaciones de acuerdo con la complejidad y frecuencia del uso de este elemento, pero las actividades pueden resumirse como: enfocar, inspeccionar, leer, escribir, medir, reaccionar, memorizar, recordar, calcular, etc.

La unidad del factor de trabajo está expresada en una diezmilésima de minutos (0.0001 min) por lo que es un método preciso y consistente, sin embargo, toma mucho tiempo realizarse y el proceso de su toma de tiempos suele ser muy costoso.

2.2.3 (MTM - *Methods-Time Measurement* / Método de medición del tiempo)

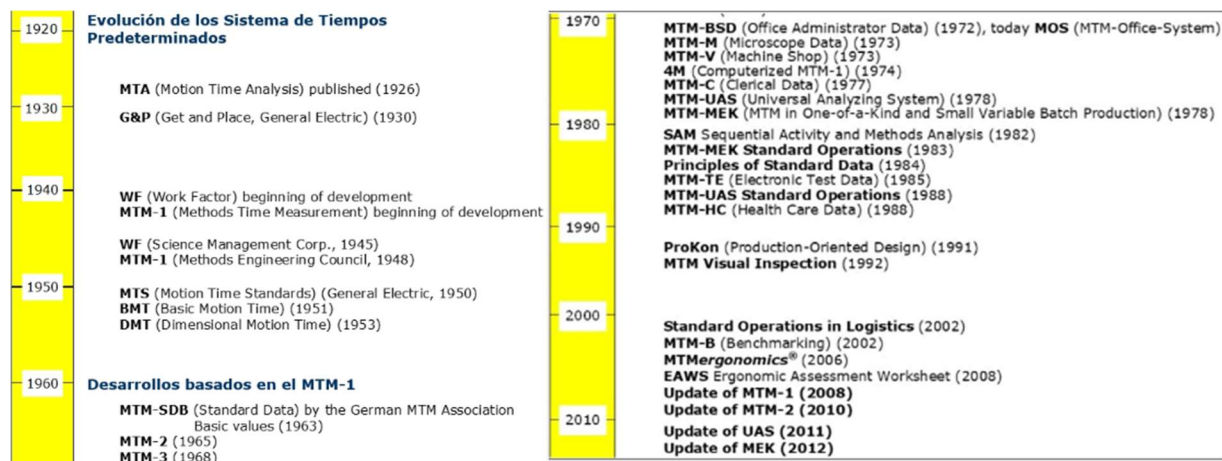
La técnica de medición MTM es, Según la Asociación Española MTM una combinación de técnicas y estudios anteriores que mejoran la precisión y la toma de datos de información para obtener los valores de tiempo. En este método podemos encontrar diversas variantes que pueden

ser aplicadas en los distintos tipos de industria, por lo que es uno de los más aceptados por la comunidad industrial para la medición de sus procesos.

MTM determina que, para un producto o una tarea en específico, el tiempo que se requiere para llevar a cabo la fabricación o actividad depende del método que se está realizando. El método también es capaz de los procesos de fabricación de las empresas a través de la utilización de bloques diseñados para el contenido de la actividad y su tiempo, clasificándolos de manera sistemática usando la descripción de dicha actividad, su estructuración, planificación y análisis.

Figura 4:

Evolución de los PTS



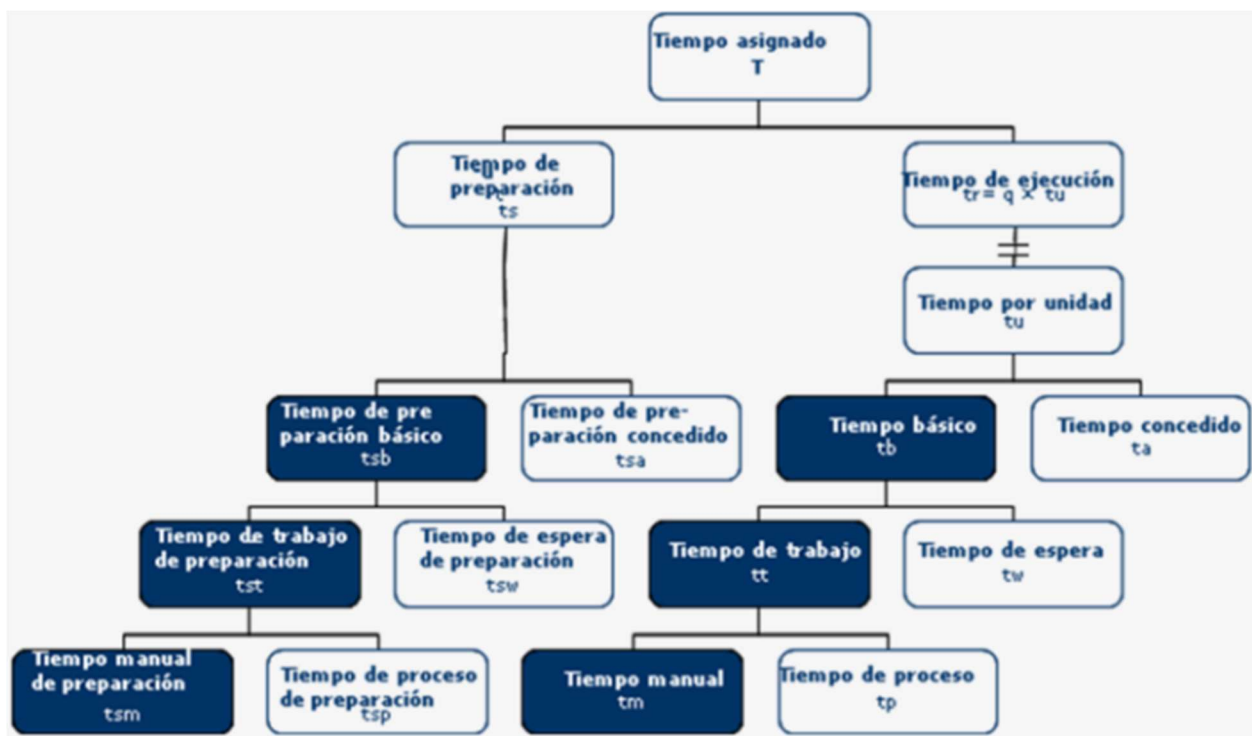
Nota: La figura anterior nos muestra una línea del tiempo donde se puede visualizar que al paso de los años se comenzaron a realizar nuevos estudios y aportaciones hasta llegar a lo que hoy se conoce como MTM y algunas de sus variantes: Tomada de (Asociación Española MTM, 1990).

<https://www.asocmtmesp.com/historia-mtm/desarrollo-historico-del-mtm-1-en-el-marco-de-los-sistemas-de-bloques-mtm/>

La precisión de este método nos permite la determinación del tiempo que debe asignarse al proceso de producción para que sea factible su fabricación, sin embargo, existen campos que el MTM no puede alcanzar por sí solo y depende de las otras técnicas de medición para que puedan usarse como complemento en este estudio de trabajo.

Figura 5:

Ejemplo de estructura del tiempo asignado



Nota: Los recuadros en azul marino indican los tiempos que pueden ser determinados por el MTM, y en el caso de los cuadros blancos, esos tiempos pueden ser determinados por cronometro, datos históricos, estimaciones y/o cálculos matemáticos. Tomada de (Asociación Española MTM, 1990). <https://www.asocmtmesp.com/historia-mtm/desarrollo-historico-del-mtm-1-en-el-marco-de-los-sistemas-de-bloques-mtm/>

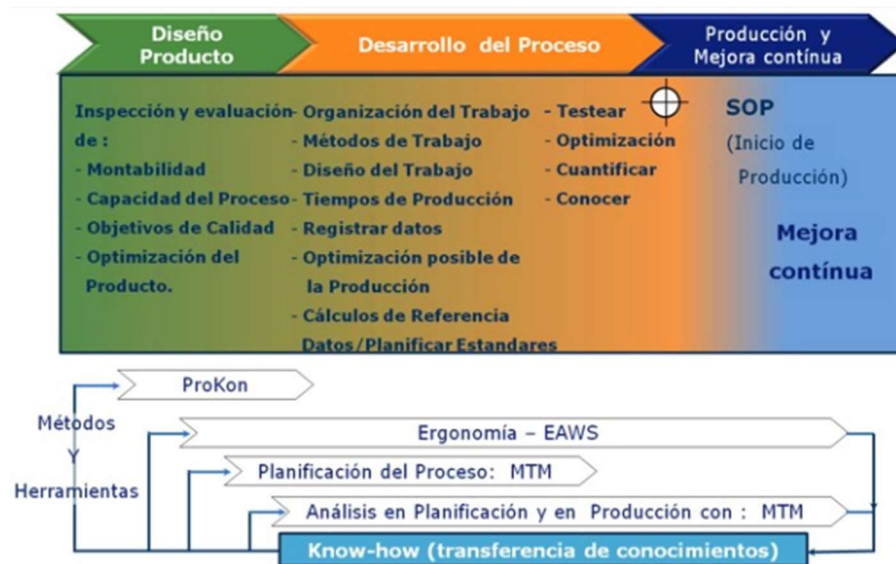
Las etapas de aplicación sugeridas por Márquez & Moreno es la determinación de un método básico donde el analista puede realizar una amplia descripción de las operaciones realizadas y los materiales o herramientas utilizadas, seguida de la organización de la información recopilada que permitirá tomar en cuenta las variables de producción y calidad solicitadas por el cliente. (2016, pp. 60-62).

Las estaciones de trabajo también pueden ser descompuestas de la manera más conveniente para que el estudio sea más fácil de realizar, donde al observar los distintos movimientos realizados, estos se deben ir anotados en una hoja de Estudio de tiempos, teniendo en cuenta todas las extremidades del cuerpo que son utilizadas por el operador, y su respectivas distancias de recorrido de estas extremidades, revisando que estos movimientos mantenga sucesión correcta y no se caiga en errores de observación.

Las hojas de estudio deben ir firmadas y fechadas por los involucrados en el estudio para evidencias, se tienen que asignar los tiempos del MTM en su respectiva medida (MTU), agregando sus suplementos para las necesidades personales y por último ya se puede convertir la unidad de medida total en minutos, donde el valor obtenido será nuestro nuevo tiempo de ciclo determinado.

Figura 6:

Enfoque lean Manufacturing MTM

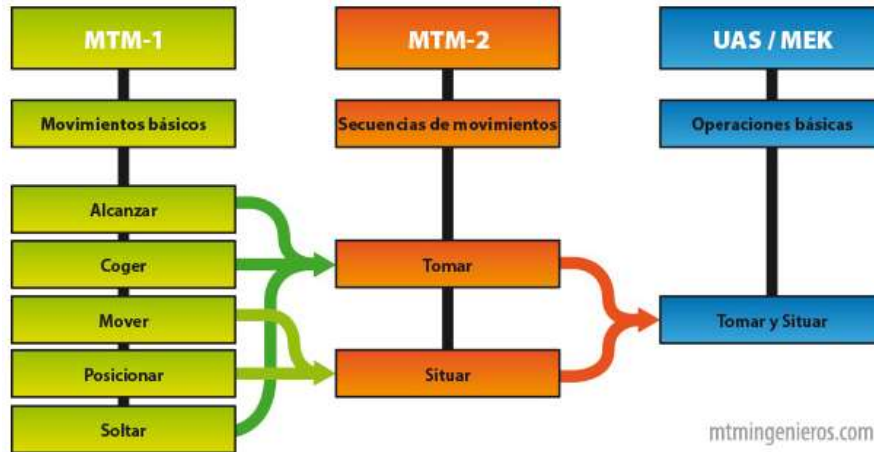


Nota. Para aprovechar al máximo las ventajas del método MTM en los conceptos de planificación y optimización de la cadena de valor, se aplican junto con las herramientas del *Lean Manufacturing* / manufactura esbelta con el fin de garantizar una mejor productividad de la empresa. Debe de tomarse en cuenta que el método está desarrollado para procesos de fabricación masiva o en grandes series. Tomado de la (Asociación Española MTM, 1990). <https://www.asocmtm.es/tecnic/sistemas-mtm-en-la-medicion-del-trabajo/>

A medida que se han ido agregando múltiples conocimientos de diferentes industrias, el método ha llegado a contener alrededor de 593 códigos, por lo que ha sido rebautizado con el nombre de MTM-1, códigos resumidos en los movimientos básicos de alcanzar, coger, mover, posicionar y soltar, sin embargo, ante la dificultad para aprender completamente todos los códigos del MTM-1, se creó el MTM-2, el cual incluye solo 39 códigos resumidos en las secuencias de movimientos de tomar y situar.

Figura 7:

Esquema de los sistemas MTM



Nota: Una secuencia de movimiento en MTM nos indica la combinación o conjunción de los movimientos básicos del cuerpo, de manera que cuando se realiza esta misma secuencia por el operador ya se tiene un valor determinado, pero es importante asegurarse que esta combinación se está realizando tal y como se le considera. Actualmente ya se tiene disponible el MTM-UAS y el MTM-MEK, los cuales toman en cuenta la operación básica completa de tomar y situar. Tomada de la (Fundación MTM ingenieros, 1990). <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-el-mtm/>

2.2.4 MOST (Maynard Operation Sequence Technique / Técnica Maynard de Operaciones en Secuencia.)

Este método de tiempos predeterminados fue elaborado desde el concepto y formulación matemática del trabajo, recordando que en física el trabajo se determina como la fuerza por la distancia ($W = F \cdot d$), por lo que se puede inferir que MOST es el movimiento de los objetos y para Díaz, se deben tener en cuenta 3 razones principales para la determinación de los tiempos, estas son la planeación, la elaboración y el costo del producto.

Figura 8:

Sistema MOST



Nota: Existen 3 actividades básicas que describen un trabajo manual en el Most., el movimiento general es el movimiento de un objeto que recorre libremente por el espacio, el movimiento controlado es el movimiento de un objeto sobre una superficie o cuando un objeto está agregando a otro durante el movimiento, y el movimiento por uso de herramientas, el cual es, como su nombre lo indica, el uso de herramientas manuales. Tomada de (Díaz, s.f, p. 3).

Dentro del movimiento general encontramos las secuencias de movimientos junto con los símbolos para identificar una actividad en específico.

El movimiento general está compuesto por la acción de la distancia (A), comprendiendo todas las acciones de los dedos, las manos y los pies, considerando cargas o no. Durante las acciones del desplazamiento ocurren 3 fases, el tomar control sobre el objeto (ABG), desplazar el objeto y dejarlo (ABP) y cuando el operador regresa a su lugar (A). Es necesario considerar si el

objeto se encuentra a 2 pulgadas (A₀), al alcance (A₁) o si se encuentra a uno o dos pasos de distancia (A₃).

El movimiento del cuerpo (B), refiriéndose a movimientos verticales del cuerpo humano para vencer obstáculos, considerando las opciones de agacharse, levantarse, subirse y bajar, dependiendo de los movimientos que se hagan con los pies y manos, incluyendo los que se utilizan para atravesar una puerta (B₁₆).

Ganar control (G) el cual considera todos los movimientos manuales para ganar control de un objeto antes de que este sea movido a su destino. Sus variantes van dependiendo del tamaño y peso de los objetos a utilizar, identificando como SIMO (*Simultaneous movements* / Movimientos Simultáneos) a aquellos que pueden tomarse simultáneamente con ambas manos, por ejemplo, un martillo y un clavo, y como NO SIMO, a aquellos objetos donde es necesario la espera de la otra mano o la necesidad de utilizarla hacia un mismo objeto para poder ganar el control de este.

La colocación (P) comprende los movimientos hechos para analizar el estado final del objeto para alinearlos, orientarlos o embonarlos con otro objeto, algunos de estos movimientos son: Sostener (P₀), Arrojar (P₀), dejar a un lado (P₁), ajuste flojo (P₁), ajustes de posicionamiento (P₃), ajustes con presión ligera (P₃), doble colocación (P₃), colocación con cuidado y precisión (P₆), a ciegas o con obstrucción (P₆) y movimientos intermedios para acomodar dicho objeto (P₆). También puede incluirse el ajuste a ciegas o ajuste solo usando el tacto (P₃) y el sentarse o levantarse sin mover la silla (B₃), dependiendo de si se llega a usar dicho movimiento o no de acuerdo con la necesidad.

El movimiento controlado además de incluir los movimientos de distancia (A), del cuerpo (B) y de ganar control (G), se incluyen los movimientos controlados (M), de tiempo de proceso (X) y de alineación (I).

En los movimientos de ganar control se pueden definir 2 categorías, en la primera categoría están aquellos que se encuentran restringidos por su entorno, tal como es el caso de una puerta o una palanca, por ello dicha categoría se nombra movimientos de jale, empuje o de pivote. Para la segunda categoría se tienen los movimientos que manipulan a los objetos en una trayectoria circular y que necesita de la articulación del codo, de los dedos, manos y antebrazos. El nombre para esta segunda categoría son movimientos de tipo manivela y un ejemplo de este movimiento es enrollar el hilo con las manos alrededor del carrete.

Tabla 1:

Ejemplo de tiempos de proceso

Índice	Segundos	Minutos	Horas
X ₁	.5	.01	.0001
X ₃	1.5	.02	.0004
X ₆	3.0	.04	.0007
X ₁₀	4.5	.07	.0012
X ₁₆	7.0	.11	.0019
X ₂₄	9.5	.16	.0027
X ₃₂	13.0	.21	.0036
X ₄₂	17.0	.28	.0047
X ₅₄	21.5	.36	.0060
X ₆₇	26.0	.44	.0073
X ₈₁	31.5	.52	.0088
X ₉₆	37.0	.62	.0104
X ₁₁₃	43.5	.72	.0121
X ₁₃₁	50.5	.84	.0141
X ₁₅₂	58.0	.97	.0162
X ₁₇₃	65.0	1.10	.0184

Nota: Para los tiempos de proceso no se toman en cuenta los movimientos manuales ya que es una actividad controlada por una máquina, por ello el parámetro “X” va acompañado del valor subíndice que corresponda a los datos de la figura anterior. Obtenido de (Díaz, s.f, p. 19).

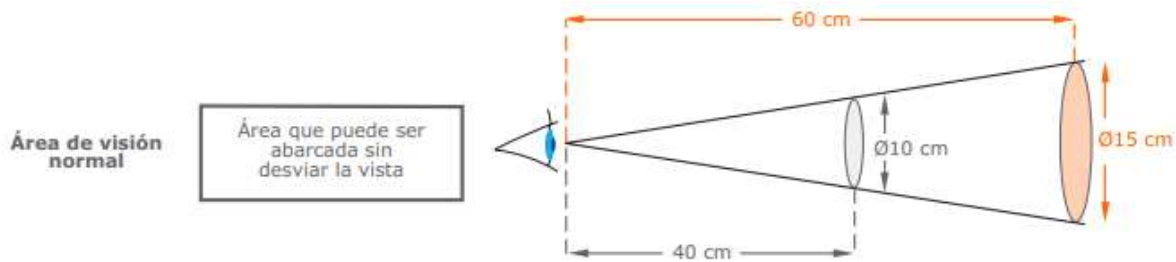
Según Méndez, la variable “X” solo se asigna a tiempos de proceso corto y que se encuentren dentro del rango de la tabla dada, pero en casos donde el proceso sea más largo puede establecerse otra variable y por ende otra tabla aplicable para dicho caso, por ello se indica lo siguiente:

Use como regla empírica que el tiempo de proceso expresado como valor de un subíndice no debe pasar del 20 % del tiempo total del ciclo y debe tener como máximo de 2.06 minutos. Si el tiempo de proceso se excede de estos límites, el tiempo real del proceso debe anotarse como un paso aparte en el método. (2010, p. 26).

Los movimientos de alinear también incluyen los movimientos oculares para poder manipular un objeto con el fin de alinearlos correctamente y va en función del grado de precisión requerido para ejecutarlo. Para los movimientos oculares y el registro de estos, debe tomarse en cuenta la distancia y posición desde la que se va a realizar la fijación ocular, y tal como se esperaba, los ojos requieren de un tiempo para que puedan identificar bien el objeto, además de que inconscientemente el ojo humano, según Gila, Villanueva, & Cabeza, realiza micro movimientos que hace que el llamado *FADING* (Desvanecimiento) sea evitado con estos micro movimientos, sin embargo también existen casos donde es necesario más tiempo para llegar a la fijación. (2009, p. 12).

Figura 9:

Movimientos Oculares



Nota: Alinear está basado en la tabla del MTM-1 llamada movimientos oculares, y establece que a una distancia de 60cm desde el ojo hasta el objeto, se puede cubrir un área de 15cm de diámetro, esto en referencia a un solo punto de enfoque. Tomado de la tabla MTM-1 en la página (Fundación MTM ingenieros, 1990) <http://mtmingenieros.com/recursos-mtm/>

Los movimientos de uso de herramientas son en realidad secuencias que se realizan para la manipulación de una herramienta y que cumpla su objetivo su utilización y que se resume en 5 fases, alcanzar y obtener (AB) ganar control (G), ejecutar la actividad, dejar a un lado la herramienta (AB), posicionar la herramienta (P) y regresar al lugar de origen (A).

Al igual que con los movimientos anteriores, se usan otros parámetros para el uso de herramientas, los cuales son: Apretar (F), aflojar (L), cortar materiales (C), tratar superficies, ya sea pulir, limpiar, etc. (S), medir (M), registrar, considerando el escribir y marcar (R), y pensar (P). En los parámetros de pensar se refiere a la utilización de un proceso mental, como por ejemplo inspeccionar y leer.

2.2.5 Modapts (*Modular Arrangement of Predetermined Time Standards / Organización Modular de Tiempos Normalizados Predeterminados*)

Es uno de los sistemas más populares y que ganó muy buena probación debido a que ayuda a la determinación de “un buen día de trabajo” además de que se acerca aún más al objetivo de los diferentes métodos que se van creando, ser más fácil de entender, fácil de aplicar y con mayor rapidez. El método utiliza tiempos llamados módulos (Mod) asignados a cada conjunto de movimientos que realiza el cuerpo humano para ejecutar alguna tarea, el equivalente a esta unidad en segundos es igual a 0.129 segundos o 0.00215 minutos.

La composición de los códigos del método va estructurada por letras y números, las letras simbolizan el movimiento de acuerdo con la parte del cuerpo que está en movimiento, y los números indican el tiempo que conlleva realizar dicha actividad, este tiempo va escrito en la unidad perteneciente del método (Mod) para que puedan realizarse fácilmente las cuentas y conversiones de unidad de tiempo según la comodidad del analista.

MODAPTS utiliza una clasificación de tres clases manejables en su sistema. La clase de movimientos son aquellas actividades que, para ejecutarse, el operador debe mover partes del cuerpo que van desde los dedos y las manos, hasta los brazos y el tronco de cuerpo. La segunda clase denominada final, son aquellas actividades que ejecutan el final de un movimiento y que se encuentra cerca de los objetos con los cuales se está trabajando, subclasificando otras dos categorías, actividades de tomar y actividades de poner.

La tercera y última clase contiene las actividades caminar, inspeccionar, decidir, leer, etc., denominando a esta categoría como auxiliares.

Debido a la metodología de este sistema, tiene menos precisión que el MTM-1, es menos estricto y funciona con métodos no tan repetitivos. En el caso del uso de máquinas, este establece dos ritmos de trabajo, uno determinado solamente por la máquina (ritmo marcado totalmente), y el otro determinado tanto por la velocidad de la máquina como por la del operario que la manipula (ritmo marcado parcialmente).

Figura 10:

MODAPTS

DEFINICIONES DE MODAPTS					
89 9/7 Movimiento de una extremidad	G1 1/7 Agarrar con 2 dedos 	G3 3/7 Agarrar con una mano 	P2 2/7 Visualizar algo 	P5 5/7 Posicionar algo. Colocar 	L1 1/7 C/4 kg Levantar algo 
E2 2/7 Visualizar algo 	R2 2/7 Pensar 	D3 3/7 Agarrar con una mano 	F3 3/7 Oprimir pedal 	A4 4/7 Pulsar o presionar 	C4 4/7 Giro del cuerpo, mano, etc. 
W5 5/7 Por paso, caminar 	B17 17/7 Agacharse y levantarse 	S30 30/7 Sentarse y pararse 			

Nota: A diferencia de los demás métodos, este no usa tablas de valores para sus movimientos junto con sus códigos, si no que utiliza imágenes y gráficos que permitan un mejor aprendizaje del método para que no exista la necesidad constante de consultar alguna tabla. Tomada de la web 2022, para ver otra gráfica a color véase el apéndice de esta investigación.

2.2.6 GSD (*General Sewing Data* / Datos Generales de Costura)

Esta técnica del estudio de tiempos está basada en los principios del sistema MTM, pero a diferencia de este, el GSD va dirigido especialmente a la industria de la confección. En este caso la técnica se creó a partir de las especificaciones de los productos a fabricar, recordemos que en la industria de confección se tienen los detalles del tipo de tela que se va a utilizar, el tipo de confección que va a tener la prenda, el diseño y el bordado que se requiera, además de la capacidad de las máquinas, el tipo de máquina que se va a utilizar junto con sus características de funcionamiento mecánico, etc. Debido a su enfoque las aplicaciones que puede tener esta técnica son gracias al alcance que tiene, es un sistema simple que permite no sacrificar la precisión y equilibra sus variables para ser fácil de entender y la productividad siga siendo alcanzable. Cada código representa la secuencia y frecuencia de los movimientos realizados, donde también considera las distancias y la dificultad para realizar la actividad especificada.

A lo largo de los años, las investigaciones que se realizaron dieron como fruto que se establecieran las actividades que siempre se realizan para cualquier tarea de confección con máquina, esta secuencia de movimientos puede categorizarse como:

- a) Tomar la parte o parte y las junta para hacer una sola pieza
- b) Toma las piezas y las ubica debajo del pie de la máquina
- c) Cose partes juntas con varios reajustes y costuras corridas al fin de pieza
- d) Corta hilo en la pieza y/o saca la pieza del pie de la máquina.
- e) Coloca la pieza a un lado.

No todas las actividades pueden ser medidas con el GSD, por ejemplo, los sistemas de manejo y actividades de interferencia de máquina, esto debido a su variabilidad, pero los cinco

elementos de trabajo mencionado anteriormente casi siempre ocurren dentro del tiempo de ciclo de costura del cobertor.

Las secuencias de movimientos fueron el primer paso para la asignación de tiempos, el segundo fue determinar los movimientos independientes que pueden ocurrir dentro de los mismos procesos y aquí es donde entra la habilidad del analista para determinar los movimientos reales y los óptimos para la ejecución de la tarea y puesto que la base del GSD es MTM, se utiliza la misma unidad de medida de tiempo, el TMU.

Los códigos se basan en las categorías por niveles que se encuentran en los diferentes movimientos manuales que pueden realizarse para el manejo de las máquinas o el manejo de las mismas prendas, y se usan siete categorías dedicadas al proceso de manejo de cobertores y ocho para el de manejo de las máquinas.

En el primer nivel de categorías se encuentran los movimientos de: Obtener y alinear partes (M), se usan estos movimientos en la prenda para dirigirla hacia el prénsatelas de la máquina, y en caso de hacer primero algún dobléz o realizar mediciones, es necesario el uso de códigos adicionales, por ejemplo, tomar (G) y poner (P), movimientos vistos en métodos anteriores.

Alinear y acomodar partes a la máquina (A): tal y como su nombre lo indica, la alineación de orillas y el acomodo de la prenda alrededor del prénsatelas para evitar retrasos, donde suele usarse la rotación de la prenda alrededor de este accesorio para cambiar la dirección de la costura en caso de no tener un posicionador automático.

Dar forma a partes (F), se refiere a aquellos movimientos de doblar o desdoblar partes que serán cosidas o desplazadas, incluso puede incluir movimientos de cerrado de cajas de cartón con cinta adhesiva.

Cortar hebras e hilos (T), incluye todas las acciones de cortar hilos y telas con diferentes herramientas y en diferentes secuencias.

Desplazar partes (AS), el desplazamiento de las partes se realiza de manera ordenada en pilas o en cajas de trabajo, se incluyen los movimientos de tomar y poner, además de agarrar, sujetar y doblar partes antes de ser trasladadas a otro sitio con una o ambas manos.

Elementos manuales de máquina (M) incluye movimientos que se encuentran parcialmente realizados por la máquina de costura, por ejemplo, coser con paradas o mover con volanteada para desplazar la aguja hacia arriba o hacia abajo, incluso el remate con palanca.

Las categorías de segundo nivel son una extensión de lo anteriormente mencionado, estas van consideradas solo en la parte del manejo de bolsa o bultos y el trabajo administrativo. Este nivel debe ser utilizado en conjunto con los datos generales de costura que requieren de operaciones técnicas.

Datos de obtener (GP), considera el movimiento de ganar control sobre cualquier objeto solo diferenciando sus códigos por dificultad para su ejecución y los datos de poner (PP), ofrecen mayor cobertura o alternativas ante movimientos cortos y repetitivos o donde se utilicen aditamentos a los cuales no se les apliquen los códigos GSD.

Tabla 2:

Ejemplo de valores GSD

	2	6	12	18	30
GP1E	6.8	10.1	14.1	18.3	22.6
GP1H	14.1	19.1	22.7	24.7	32.4
GP2H	27.1	32.2	35.7	40.4	45.4
GPCO	2.8	6.1	9.5	13.5	17.3
GPAG	8.0	11.0	14.2	18.0	22.1
PPAL	3.0	6.6	11.2	15.3	19.8
PPOH	2.5	5.5	10.0	15.5	22.2
PPST	3.2	7.6	12.2	18.0	24.
PPL1	21.1	25.7	30.3	36.3	41.4
PPL2	40.2	45.8	50.4	55.4	61.5

Nota: El método se vuelve más preciso al involucrar códigos de acuerdo con los rangos de medida de longitud hasta llegar a la pieza. Tomado de (Rivera, 2009, pág. 82), http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2117_IN.pdf

2.2.7 Tabla comparativa de PTS

El diseño de una tabla comparativa resume los aspectos importantes de cada elemento con el fin de tener una mejor visualización de cada alternativa disponible y elegir la más adecuada de acuerdo con el tipo de proceso o industria donde se va a aplicar. Véase la comparación de PTS en la tabla 23 del apéndice.

2.3 Diagramas del estudio de tiempos y movimientos

Existen diversos diagramas en el estudio de tiempos y movimientos con los cuales podemos adquirir datos o recabar información importante que nos ayude en el análisis de un proceso productivo en específico, cada uno de estos diagramas pueden ser diseñados por el analista, sin embargo, este diseño debe incluir cierta información que, cuando otra persona llegue a analizar o revisar el trabajo, sea fácilmente entendido.

Figura 11:

Simbología de diagramas de proceso

NOMBRE	SÍMBOLO	DEFINICIÓN
Operación		Se da cuando en un objeto o material se efectúa un cambio en sus características físicas.
Transporte		Se da cuando un objeto o material es llevado de un departamento a otro o de un área a otra.
Inspección		Se da cuando un material o producto es examinado para su identificación.
Demora		Sucede cuando un material o producto es interrumpido innecesariamente.
Almacén		Requiere un espacio para guardar de manera intencionalmente un material o un producto.
Manejo de Materiales		Se necesita manejar los materiales cuidadosamente en la distribución de materiales.
Operación Inspección		Se da cuando el producto está en proceso y a la misma vez se tiene que hacer la revisión correspondiente de la calidad del proceso.

Nota: Tienen que ser representaciones graficas de las variaciones que se pueden presentar en una situación o de las relaciones que pueden tener los elementos que forman un conjunto. La mayor parte de estos diagramas describen procesos y suelen incluir los símbolos de la figura anterior. (Carajualpa, 2017, p. 35),

Las operaciones o actividades son aquellas acciones que indican las principales fases de un proceso, como el pegado, la confección y el doblado de un cobertor, estas operaciones suelen estar acompañadas en ocasiones de un transporte del material y una inspección del producto. La inspección se enfoca en verificar la calidad y cantidad y el transporte indica el traslado o movimientos de los materiales de un lugar a otro.

Normalmente en los procesos podemos encontrar esperas y almacenamientos de un producto para poder ser trasladado a la siguiente operación, por lo que estas acciones no son necesariamente una pérdida de tiempo. Las esperas pueden ser la demora entre dos o más operaciones, mientras que el almacenamiento se refiere más al depósito del producto bajo vigilancia de un almacén.

Por último, las operaciones combinadas, tal y como su nombre lo indica son aquellas situaciones donde es necesario realizar al mismo tiempo las actividades, esto para ahorrar tiempo y porque es factible que esta fase del proceso se realice de esta manera. La información y el diagrama deben ser claros y precisos para poder facilitar el análisis y se promueva la búsqueda de métodos alternativos, a continuación, se explican algunos de estos diagramas:

Diagrama de proceso de operaciones: En las industrias es normal usar los términos de proceso y operación, donde se entiende que un proceso de fabricación es todo el conjunto de operaciones individuales necesarias para transformar un producto, mientras que las operaciones son aquellas acciones de transporte, adecuación y/o transformación del producto de un estado a otro.

Estos diagramas muestran todas las operaciones que son realizadas en el proceso de manufactura de manera cronológica, debe contener las fases del proceso con sus respectivos símbolos desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado.

Para unir las distintas fases del producto se utilizan líneas horizontales y verticales, las verticales indican el flujo general del proceso, mientras que las líneas horizontales muestran el flujo de los materiales o un subensamble aparte del proceso principal, este subensamble puede ser una parte del producto terminado o una parte comprada para poder tener el producto terminado.

Diagrama de flujo de proceso: También llamado como flujograma, es un diagrama que se utiliza para documentar, mejorar y modelar el proceso, en este caso de confección, usando conjuntos de símbolos y notaciones para describirlo.

El nivel de detalle de este diagrama puede variar de acuerdo con el tipo de información que se está buscando, y para la simbología se usan formas geométricas con sus descripciones.

Cursograma analítico: Este diagrama representa las acciones que tienen lugar en la fabricación de un producto mostrando la trayectoria y el tiempo utilizado para ejecutar dichas operaciones unitarias. Este cursograma puede variar según su objeto de estudio, ya sea el operario, el material o el equipo, donde la información recopilada va desde los movimientos que realiza una persona, la manipulación de los materiales y la utilización de la maquinaria para desarrollar alguna tarea.

Diagrama bimanual: El diagrama busca documentar las actividades que realizan las manos, siendo analizadas de manera individual una de otra o en combinación, esta actividad manual también puede incluir las actividades de los pies, solo en caso de que sean necesarios sus movimientos para cumplir con sus respectivas actividades.

Diagrama de actividades múltiples: Tal y como su nombre lo describe, registra las actividades que son realizadas por el personal en el mismo instante en que se está realizando otra diferente y al mismo tiempo, por lo que suele incluir las esperas de la máquina o el operario.

Diagrama de recorrido: Es un plano de dos dimensiones que representa los desplazamientos de los operarios a lo largo de su área de trabajo, dicha área puede ser toda la planta o solo la región donde se van a ejecutar las actividades de fabricación de un producto en específico. Este diagrama nos permite visualizar si es posible optimizar el recorrido de los operarios para realizar una actividad consecutiva de otra sin necesidad de moverse grandes distancias.

Gráfico de trayectoria: Es un análisis rápido de las trayectorias que realizan los operarios y los puntos de trabajo a donde tienen que llegar y la frecuencia con la que lo hacen, por lo que suele ser una alternativa de análisis cuando los desplazamientos son numerosos y complejos.

Diagrama hombre- máquina: Este diagrama se centra en solo una estación de trabajo y se ocupa de balancear el tiempo ocioso para los hombres y las máquinas. Es normal que se describan actividades simultaneas.

Diagrama de proceso de grupo: Este diagrama es similar al diagrama hombre – maquina, sin embargo, en este se analiza a un grupo de operarios que intervienen en el funcionamiento de una máquina.

Para un mejor entendimiento de estos diagramas véase el capítulo 3.3.2, 3.3.3 y los apéndices de esta investigación.

2.4 Los KPI's

Los *Key Performance Indicator* / Indicadores Clave de Desempeño son datos que de manera resumida y con referencia a otros nos permite conocer o valorar sus características para poder analizar y dar seguimiento a lo que se está midiendo, por lo regular estas mediciones se utilizan para evaluar la relación que se tiene entre lo que fue alcanzable y nuestras metas propuestas, dándonos como resultado el éxito obtenido en ese momento.

Anteriormente ya se había hablado de la importancia de las mediciones y los diferentes factores que intervienen en la toma de datos confiables, aquí sucede la misma situación y se han creado diferentes indicadores que puedan ser determinados de manera fácil y que además sean fácilmente comprendidos por las diferentes profesiones alrededor del sector industrial y según una serie de investigaciones patrocinadas por MESA (*Manufacturing Enterprise Solution Association* / Asociación de Soluciones Empresariales de Manufactura), algunos de estos indicadores según su propósito son:

- A) Para mejorar el tiempo de respuesta y la experiencia del cliente: donde encontramos el tiempo de ciclo de la producción y de montaje, etc.
- B) Para mejorar la calidad: porcentaje de productos fabricados correctamente a la primera, porcentaje de desperdicios y porcentaje de piezas reprocesadas, rechazos o devoluciones, etc.
- C) Para mejorar la eficiencia: rendimiento de producción, utilización de la capacidad de planta, efectividad del equipo de trabajo y logros de producción.
- D) Para almacén: reducción de inventarios.
- E) Para asegurar el cumplimiento de normas de seguridad e higiene: número de incidencias, número de eventos de no cumplimiento anuales.

F) Para reducir el mantenimiento: porcentaje de ordenes de mantenimiento preventivo vs correctivo, tiempos de inactividad y tiempos de operación.

G) Para reducir costos y aumentar la rentabilidad: costos e ingresos de producción, utilidad operativa neta, margen de contribución promedio por unidad o volumen y costo de energía por unidad.

Para estos datos se debe de mantener un buen juicio al momento de su interpretación, de nada nos servirá recabar tantos datos si no se tiene un buen juicio, además de que se puede presentar el caso de que un indicador no nos ayude tanto como si se usara otro. Es recomendable que solo se utilicen aquellos que sean necesarios para la actividad o en casos más exigentes, diseñar un indicador con la combinación de los más básicos para tomar decisiones más rápidas y acertadas. Un KPI debe promover a que se realice una acción correctiva para que cada vez se acerque más el valor real al esperado.

En la planta de confección se utilizan los indicadores de número de piezas enviadas al almacén de producto terminado, el número de piezas confeccionadas correctamente, número de piezas irregulares y el número de piezas retrabajadas, así como el rendimiento de los operadores, de las máquinas y la capacidad de planta utilizada por tipo de producto. Estos valores se adquieren diariamente en la planta y para que el proceso de investigación y comprobación de datos sea acertada y comprendida por sus lectores, no se diseñará un nuevo indicador hasta después de comprobar la efectividad del nuevo método con los ya existentes.

2.5 Distribución y balanceo de líneas de las estaciones de trabajo

Las líneas de trabajo están compuestas por elementos que interactúan entre sí para la fabricación de un producto y en la mayoría de las situaciones reales de la industria se necesita que estos tengan diferentes características para realizar dichas actividades, estos elementos necesitan de un tiempo para preparar y realizar su actividad, dando como resultado un tiempo diferente entre ellos, aquí es donde entra el balanceo de líneas.

Un balanceo de líneas debe de mantener gestionadas las variables de una línea de producción, de modo que los tiempos estén lo suficientemente equilibrados para disminuir retrasos o cuellos de botella. Una línea casi nunca será perfectamente balanceada, recordemos que siempre hay situaciones que provoquen un cambio en lo estimado, por lo que nos tenemos que enfocar en administrar cada una de estas situaciones para que parezcan imperceptibles, para el caso de la industria de confección es necesario que cada estación de trabajo esté lo suficientemente cerca para que se pueda trabajar en conjunto, o lo suficientemente alejado para no intervenir con las actividades de otros, en estas situaciones es recomendable dividir las estaciones por las actividades que se están realizando, tal como lo es el corte, la confección y el empaque de piezas.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de distribución de líneas en la industria de confección:

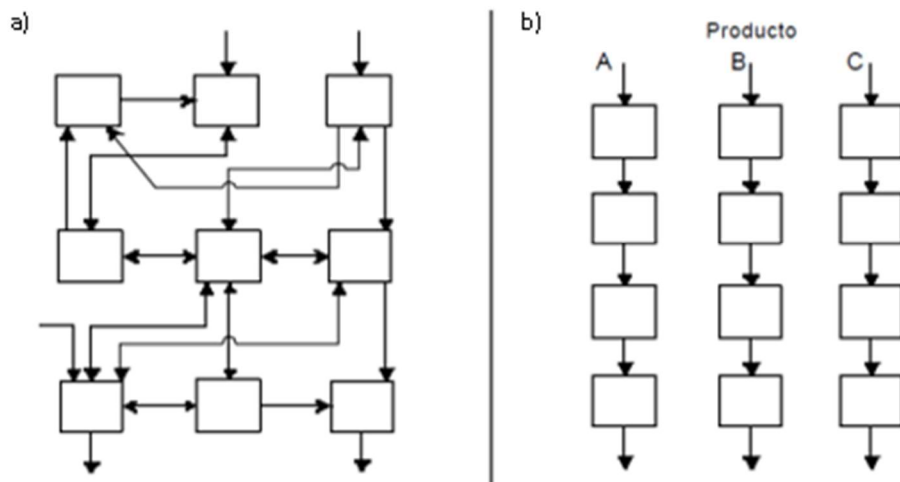
Distribución por posición fija: este tipo de distribución se da cuando es necesario que los recursos de personal, maquinaria, herramientas, etc., y sean dirigidos hacia el producto debido a que su trasportación no es sencilla de realizar, esta distribución de puestos de trabajo se realiza por ejemplo en la fabricación de barcos y aviones.

Distribución por proceso, por sección o por desplazamiento lento: es muy frecuente encontrar esta distribución en talleres mecánicos y textiles ya que nos ofrece las ventajas de que las maquinas puedan utilizarse a su máxima capacidad y no existen tantos paros de línea por fallas de maquinaria o ausencia de operadores, además de que suma flexibilidad en la secuencia de operaciones gracias a que se enfoca en fabricar un mismo tipo de producto en esa sección.

Distribución por producto, en cadena o en línea: es una de las distribuciones más frecuentes en las industrias y suelen presentarse en línea recta, en forma de “L”, “O”, “S” y “U”. permite la fabricación de un mismo tipo de producto en grandes volúmenes, no existen tantos puntos de inspección y se suele balancear las líneas para evitar los cuellos de botella. Para un mejor entendimiento de esta distribución véase las siguientes ilustraciones:

Figura 12:

Tipos de distribución de las estaciones de trabajo



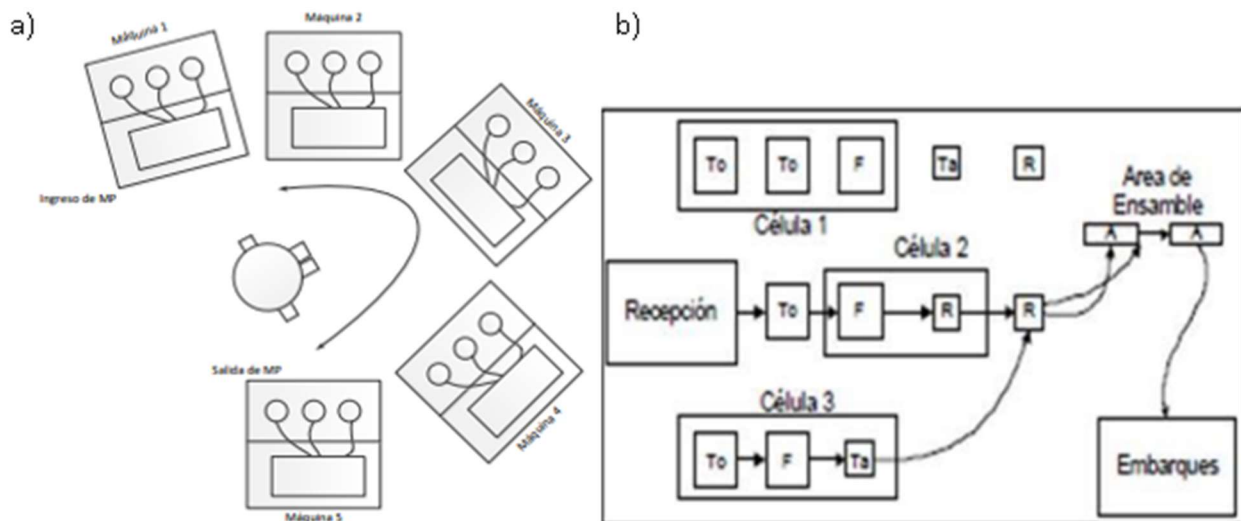
Nota: El inciso “a” muestra un ejemplo de la distribución por proceso, la imagen “b” la distribución por producto, ambos incisos de la figura 17. Tomada de (Carpio-Tirado, 2016, p. 34).

<http://repositorio.ucsp.edu.pe/handle/UCSP/15437>

Distribución híbrida o por células de trabajo: es la combinación de los sistemas de distribución anteriores donde dependiendo de las actividades se agrupan los recursos de maquinaria o de personal para que realicen una parte del proceso. Esta distribución puede realizarse de dos maneras, a través de un trabajador y múltiples máquinas (OWMM / *One Worker - Multiple Machines* / Un trabajador-Varias máquinas), donde una persona se encarga de realizar distintas actividades en distintas máquinas, y por Tecnología de Grupo (TG), donde a través de un grupo de máquinas y de personas, se fabrique un grupo de productos que coincidan con múltiples características sin tanta variación en sus recursos. A continuación, se muestran las siguientes ilustraciones:

Figura 13:

Ejemplo de distribución por células



Nota: La figura 18 ilustra la distribución OWMM (inciso “a”) y el flujo del proceso después de su aplicación (inciso “b”). Tomada de (Carpio-Tirado, 2016, p. 34)

<http://repositorio.ucsp.edu.pe/handle/UCSP/15437>

2.6 Calificación de desempeño, valoración y suplementos

En la determinación del tiempo de ciclo para la fabricación de cualquier tipo de producto es necesario considerar los factores humanos que intervienen en la realización de las operaciones para cumplir con las expectativas de producción y el número de piezas teóricas sea mayormente alcanzable.

Tabla 3:

Ejemplo de valoración del ritmo de trabajo Westinghouse

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

Nota: La identificación de los tipos de operadores que de acuerdo con su habilidad, esfuerzo, condición y consistencia se irán catalogando en 4 categorías, Trabajador calificado, trabajador promedio, trabajador lento y trabajador sobrecalificado. Esta es una actividad crítica debido a que con base a esta calificación se obtendrán los tiempos básicos. Tomado de (Salazar, 2019).

Recordemos que la habilidad es la capacidad de una persona para hacer una actividad correctamente y con facilidad, el esfuerzo se puede definir como la velocidad a la que aplica el operador su habilidad para realizar sus operaciones, las condiciones son aquellas circunstancias que afectan solamente al operador y no a las operaciones, y por último la consistencia, donde

Salazar lo define como “el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador.” (2019, párrafo décimo tercero).

2.6.1 El desempeño y los suplementos de trabajo

El desempeño de un trabajador depende de la facilidad con la que efectúa y aprende una actividad para completar el proceso de confección de un cobertor, por eso se debe evitar a aquellas personas que son muy lentas o rápidas (sobrecalificadas) en sus operaciones.

Tabla 4:

Ejemplo de valoración del ritmo de trabajo

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable ¹ (km/h)
60-80	75-100	100-133	0-140 % Norma británica.		
0	0	0	0	Actividad nula	
40	50	67	50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.	4,8
80	100	133	100 Ritmo tipo	Activo, capaz, como de obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos muy por encima del obrero calificado medio.	8
120	150	200	140	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de “virtuoso”, sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9,6

Nota: La calificación de los operadores se determina en una escala del 1 al 120, teniendo en cuenta su habilidad y desempeño para realizar sus tareas. Una calificación de 80 a 95 para

trabajadores promedio, de 96 a 105 para trabajadores calificados, y de 106 a 120 para operadores expertos o sobrecalificados. Considere que las escalas están bajo el supuesto de un personal con características físicas promedio y en terreno llano y sin obstáculos. Tomado de (Solís, s.f, p. 9).

Por otro lado, según Kanawaty los suplementos son establecidos para compensar retrasos o demoras, además de que les permite conocer a las empresas como pueden mejorar las situaciones laborales respecto a la evaluación, seguimiento y control de dichos suplementos. (1996, p. 305), sin embargo, Solís presenta las siguientes categorías:

Suplementos de descanso constantes y variables: los constantes son aquellos que se relacionan con las necesidades personales y periodos de recuperación de la fatiga y solo existe una variación de acuerdo con el género de la persona y no por el trabajo o actividad que se realiza. Para los suplementos variables se incluyen los suplementos en función de la tarea realizada, tal como lo es el uso de fuerza física, tensión mental o auditiva, y el nivel de monotonía que se necesita.

Suplementos por continencias: son aquellas situaciones inevitables causadas por los operarios o las máquinas, por ejemplo, los suplementos por la cantidad de esperas para un tiempo de trabajo dado.

Tabla 5:

Ejemplo de valoración de suplementos

	H	M		H	M
1. Suplementos constantes			E. Calidad de aire (factores climáticos (inclusive)).		
- Suplemento por necesidades personales	5	7	- Buena ventilación o al aire libre.	0	0
- Suplementos básicos por fatiga.	4	4	- Mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas.	5	5
Total:	9	11	- proximidades de hornos, calderas, etc.	5	5
2. Suplemento variables añadidas al suplemento básico por fatiga.			F. Tensión visual	0	0
A. Suplemento por trabajar de pie.	2	4	- trabajos de cierta precisión	2	2
B. Suplemento postura anormal			- Trabajos de precisión o fatigosos	5	5
- Ligeramente incómoda	0	1	- Trabajos de gran precisión o muy fatigosos.		
- Incómoda inclinado	2	3	G. Tensión auditiva	0	0
- Muy incómoda (echado-estirado)	7	7	- Sonido continuo	2	2
C. Levantamiento por pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar).			- Intermitente y fuerte	3	3
- Peso levantado o fuerza ejercida (en kg).			- Intermitente y muy fuerte.	5	5
2,50	0	1	- Estridente y fuerte		
5,00	1	2	H. Tensión mental	1	1
7,50	2	3	- Proceso bastante complejo	4	4
10,00	3	4	- Proceso complejo o atención muy dividida.	8	8
12,50	4	6	- Muy complejo		
15,00	6	9	I. Monotonía mental	0	0
17,50	8	12	- Trabajo algo monótono	1	1
20,00	10	15	- Trabajo bastante monótono	4	4
22,50	12	18	- Trabajo monótono		
25,00	14	-	J. Monotonía física	0	0
30,00	19	-	- Trabajo algo aburrido	2	1
40,00	33	-	- Trabajo aburrido	5	2
50,00	58	-	- Trabajo muy aburrido.		
D. Intensidad de luz					
- Ligeramente por debajo de lo recomendado.	0	0			
- Bastante por debajo	2	2			
- Absolutamente insuficiente	5	5			

Nota: Los suplementos pueden colocarse en diferentes categorías respecto a la frecuencia con la que aparecen, el género del personal, y respecto al tipo de necesidad. Tomada de (Solís, s.f, p. 14).

2.7 Manufactura esbelta

Sus inicios se dieron en la industria automotriz por la competencia que existe entre las empresas japonesas y las estadounidenses en la carrera entre quién era capaz de producir la mayor cantidad de piezas y de mejor calidad, esto a pesar de que japon seguía recuperando su nivel económico después de la segunda guerra mundial.

Después de una serie de investigaciones y de elaboración de diversos sistemas que permitieran la mejora en la producción, se diseñaron un conjunto de herramientas en el 2012, ganándose este nombre con la base de datos de Estándares de *Lean Manufacturing*, donde desde un principio se usó la palabra lean a aquella filosofía que apoya la idea de buscar siempre la mejora continua y la eliminación de aquellas actividades o desperdicios que no agregan valor al producto.

Figura 14:

Herramientas de Lean Manufacturing

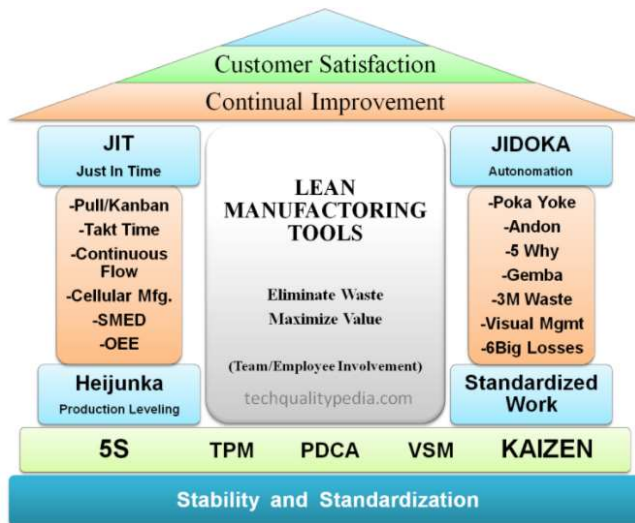
- Las 5'S
- Mapa de flujo de valor. VSM
- Control total de la calidad. CTQ
- Flexibilidad de producción. SMED
- Mantenimiento total productivo. TPM
- Sistema Justo a tiempo. JIT
- Mejora continua. Kaizen
- Cuadro de mando integral. BSC
- Teoría de restricciones. TOC
- Analisis modal de fallos y efectos. AMFE
- Autonomía. JIDOKA
- Alerta visual. ANDON
- Tarjetas de señales. KANBAN
- Enfoque sistemático. HOSHIN KANRI
- Puntos de referencia. BENCHMARKING
- Reducción de la variabilidad. SIX SIGMA
- Ciclo de Deming. PDCA/PHVA
- Enfoque al proceso. GEMBA WALK
- Nivelación de la producción. HEIJUNKA

Nota: Según la herramienta que se use, es el tipo de metodología que se debe de llevar a cabo para su implementación, donde también debe entrar el ingenio de la persona para incluirlas en la producción. El *Lean Manufacturing* es una filosofía, no una lista de cosas por hacer.

Es necesaria la interacción de las diferentes áreas de trabajo para que ofrezcan su punto de vista y se pueda complementar de mejor manera la herramienta a aplicar, y una forma de mostrar la metodología de la manufactura esbelta es usando la siguiente figura:

Figura 15:

Templo Lean manufacturing



Nota: El grafico busca dar a entender que los yacimientos y columnas funcionan como soporte del principal objetivo de una empresa, además cumplir ampliamente con el compromiso que se tiene con el cliente. Tomado de la web el 23 de agosto del 2021.

Capítulo 3. Metodología de estudio

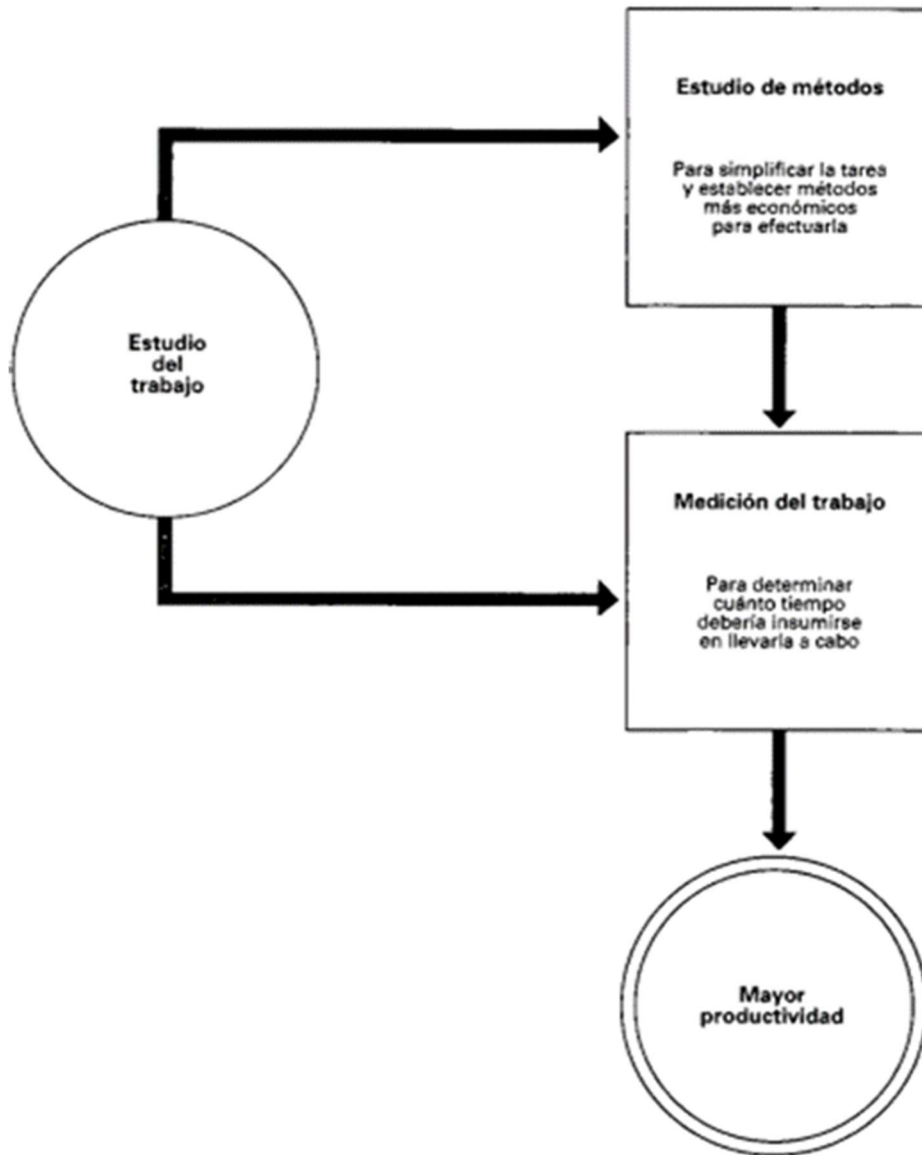
El estudio de trabajo contiene su propia metodología y para ello la OIT ofrece diagramas que nos ayudan a entenderla mejor, la secuencia de estas actividades se realiza desde los distintos puntos de vista y disciplinas para permitir que se abarquen más temas y se alcance a facilitar el trabajo a la mayor cantidad de involucrados en la producción del cobertor.

Se sugiere que el estudio se comience desde lo macro de todo el proceso productivo hacia lo micro, esto se recomienda a partir de varios autores y que no quiere decir que vayamos desde lo más sencillo o fácil y hacia lo más complejo y complicado, si no a que se obtenga información más esencial y lo más abarcado posible hacia lo que es más recurrente.

Uno de los objetivos del estudio es tener el mayor impacto positivo en la productividad, así se sabrá de mejor manera el éxito que se tuvo en su desarrollo y aplicación.

Para Kanawaty el estudio del trabajo engloba varias técnicas, en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo. Para ver la relación entre ambos estudios, véase la siguiente figura:

Figura 16:
Estudio del Trabajo



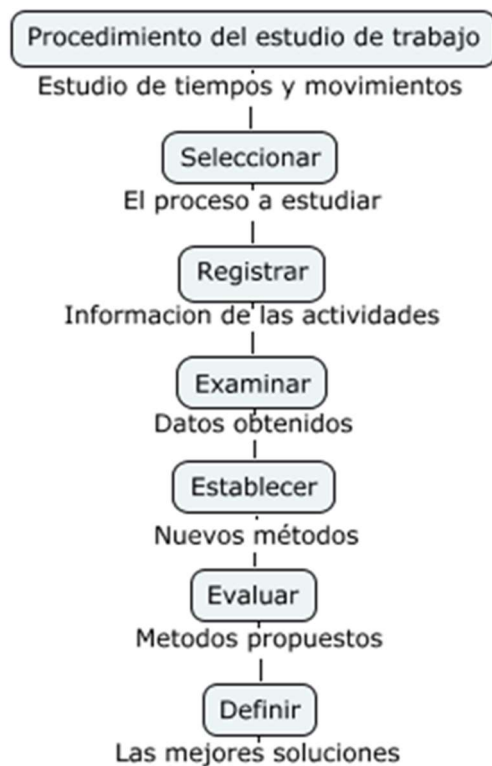
Nota: El estudio es un proceso que no debe abreviarse debido a la complejidad y a las múltiples variables que deben considerarse para obtener una buena medición. Tomado de (Kanawaty, 1996, pp. 19-20).

3.1 El proceso de producción

El procedimiento en esta investigación contiene como primer paso la selección del proceso y las actividades donde se enfocarán los esfuerzos para la mejora de la productividad, estos deben registrarse para el análisis de cada una de sus partes e idearse las mejoras posibles. Las ideas deben establecerse desde los factores o circunstancias que intervienen para producir un cobertor, por ello se toman en cuenta los diferentes puntos de vista de todos los involucrados cuyos objetivos o enfoques deben también analizarse y discutirse.

Figura 17:

Diagrama del procedimiento del estudio del trabajo.



Nota: El procedimiento también debe incluir el apartado de Implantar y Controlar el método, sin embargo, en esta investigación solo se establecen las propuestas del nuevo método.

Una vez establecido dicho método, debe evaluarse para conocer si todos los objetivos fueron alcanzados, o en caso contrario qué mejoras deben irse estableciendo para que el método cuando sea aplicado funcione de acuerdo con lo planificado. Una vez terminada esta fase del estudio este debe definirse y presentarse a todas las personas a las que les concierne utilizando demostraciones que avalen o promuevan el buen funcionamiento de lo propuesto.

3.2 Selección del proceso a estudiar

La planta se divide en áreas de trabajo dedicadas a la realización de las actividades que compartan ciertas características para la fabricación del producto, esto para tener un mejor control y desarrollar indicadores que permitan un mejor seguimiento en la confección de prendas y cobertores. Los indicadores permiten identificar las oportunidades de mejora y por ello se evalúan los datos recopilados por parte del área de calidad a lo largo de tres años de trabajo para determinar aquel producto con mayor número de incidencias y que abarque la mayoría de la ruta o áreas de producción. Los resultados que se obtuvieron del análisis de datos recopilados por el departamento de calidad son los siguientes:

Figura 18:

Incidencias de la planta de confección



Nota: Los datos son de incidencias por semana y nos muestra que el área de cobertor presenta el mayor número a pesar de que el área de accesorios es un área más grande y con mayor variedad en aspectos de confección, sin embargo, también es importante resaltar que las áreas con procesos anteriores a la confección, como lo es el pegado y el corte, tienen incidencias casi nulas.

La cantidad de incidencias se centra en las áreas de cobertor y accesorios debido a que son las áreas que se enfocan en la confección del producto terminado cuando este ya ha sido pegado y cortado según sus especificaciones de calidad, sin embargo, el área de pegado y fusionado requiere de atención ya que los registros disponibles de incidencias solo son llevados a cabo hasta que el producto se encuentra en el empaclado final.

Figura 19:

Incidencias del área de cobertor

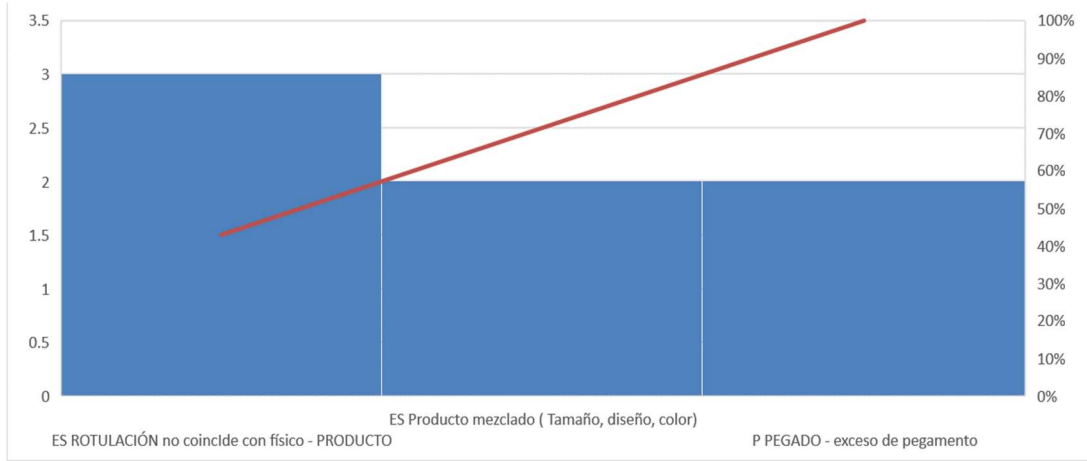


Nota: En las incidencias solo se consideran aquellos que intervienen con la calidad del producto, y se incluyen incidencias desde el corte del producto hasta la recepción del producto terminado en el almacén. Para más detalles véase el capítulo 3.2.4.

Se analizarán los 3 productos respecto al origen de sus incidencias hasta delimitar lo más estratégicamente posible, ya sea un solo producto o una cadena de productos que coincidan en su ruta de producción.

Figura 20:

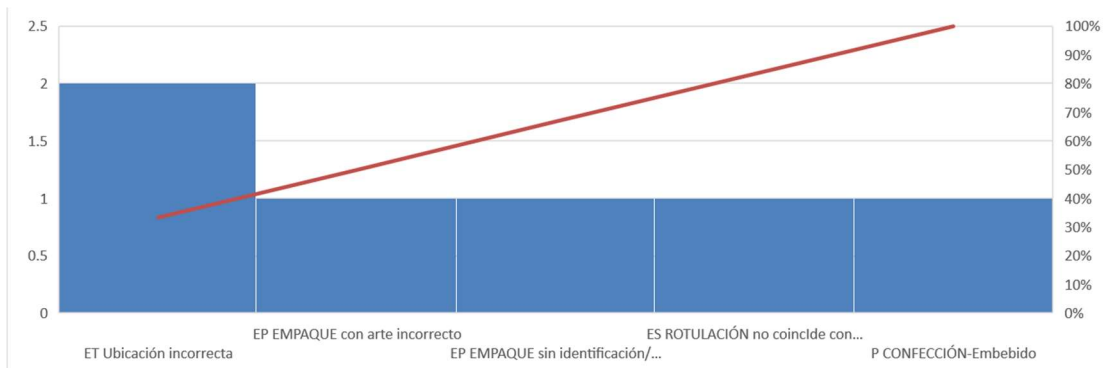
Incidencias del producto edredón con borrega para adultos



Nota: Las incidencias de rotulación y producto mezclado en el cobertor puede englobarse como incidencia tipo empaque, en el caso del exceso de pegamento este va relacionado con el proceso de pegado.

Figura 21:

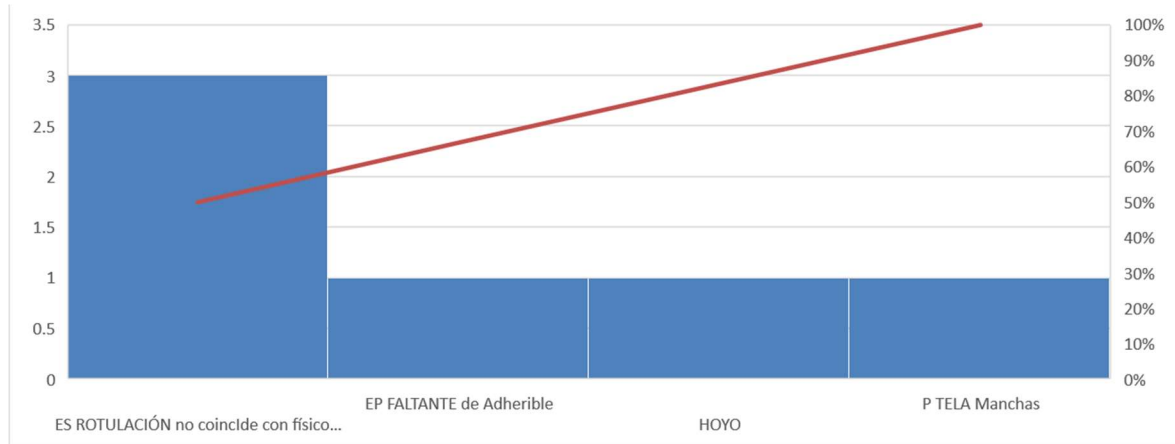
Incidencias en frazadas 50"x60"



Nota: En el caso de las frazadas, las incidencias ocurren en la confección y el empaque del producto, sin embargo, es un producto más sencillo de fabricar.

Figura 22:

Incidencias del edredón cunero estampado



Nota: Para el cunero se tienen un mayor número de incidencias en el empaque y se suele encontrar defectos de telas, los cuales normalmente son atendidos por calidad y la planta textil. Además, el proceso de fabricación es similar al edredón con borrega, pero es de menor tamaño.

La confección de un cobertor va variando de acuerdo con las preferencias del cliente, en el caso del edredón con borrega y el edredón cunero estampado su confección es tipo bolsa americana con un pespunte a 10cm del cerrado del cobertor, y para las frazadas de exportación su confección es un encintado de las orillas con duvetina remetida, por lo que su ruta de fabricación es diferente.

En el caso del pegado de telas solo aplica para aquellos productos que contienen dos o más telas, esto para evitar que estas se “desparramen” en diferentes direcciones al momento de presentarse en los mostradores para su venta.

Las áreas de pegado y corte interfieren directamente con la confección ya que si estos se hacen de forma incorrecta se alteran las medidas declaradas como producto terminado, además de que la facilidad de confección de la prenda desaparece y pueden encontrarse más inconformidades

en la costura, como lo es un cerrado no recto de la pieza con borrega, costuras abiertas, pinzas, etiqueta de tela en mala posición, etc.

Se procede a elegir al proceso de producción del edredón con borrega como objeto de estudio debido a que coincide en la mayoría de las actividades que se ejecutan para los otros dos productos, además de que este producto abarca las áreas de corte por máquina fusionadora y el pegado de telas con ayuda de otra máquina especial para dicha actividad.

El estudio abarcará desde que la tela llega a la planta de confección hasta la disposición del producto por parte del almacén de producto terminado (APT). La ruta del producto seleccionado también abarca máquinas que son únicas y nuevas para esta planta, como lo es la máquina pegadora, que como su nombre lo indica pega de dos a tres telas con un material líquido adhesivo, y la máquina fusionadora de telas que mide y corta las piezas al tamaño solicitado, siendo esta máquina exclusiva para el producto edredón con borrega. En cuanto a especificaciones de empaque, se trabaja con el área de ingeniería y calidad para desarrollar ayudas visuales y permitan que los operadores sean capaces de evaluar el trabajo que ellos mismos están realizando.

Los defectos de telas se analizarán junto con la planta textil para llegar a acuerdos donde ambas plantas puedan estandarizar sus procesos y se puedan disminuir las inconformidades de tela. Esta parte del estudio quedará excluida debido a su extensión y solo se llegará a la propuesta de los anchos óptimos de tela.

Para el caso de los tiempos estándares actuales, el tiempo del producto es de los más llamativos ya que es el más extenso para lograr el producto final, este tiempo eleva a su vez su costo de fabricación, rondando este en los \$800.00 mxn para el tamaño matrimonial, precio al público en general tomado de varios distribuidores y marcas similares. Por otro lado, el producto

en sus inicios no contaba con el mismo método de fabricación que ahora se lleva a cabo y la demanda creciente del producto hace necesario que la empresa se vuelva más competitiva en este tipo de mercados sin dejar de garantizar la misma calidad por la que la marca es reconocida.

3.2.1 El producto

Está constituido por 3 telas, una tela flannel, una tela bisón y la guata, este último es un material textil no tejido fabricado a base de algodón cuya principal función es de relleno y aislante térmico.

Figura 23:

Producto edredón con borrega



Nota: Los edredones pueden o no llevar diseño estampado, y existen múltiples variantes para su venta al público. Tomadas del catálogo 2021-2022 de la empresa.

Para la elaboración de estos cobertores primero la tela flannel es unida a la guata usando la máquina pegadora, esta máquina fue elaborada por la empresa específicamente para realizar esta tarea, posteriormente estas telas son unidas con la tela bisón en la máquina fusionadora y son cortadas en las medidas especificadas según el tamaño del cobertor, en este producto la presentación es de 4 tamaños: King size (2.40 x 2.20m), Sobre camero (2.20 x 2.00m), Matrimonial (2.20 x 1.80m) e Individual (2.20 x 1.50m).

El corte de la pieza puede ser realizada por la Fusionadora o puede ser de manera manual, en el fusionado las telas son manejadas en un proceso similar a la pegadora, pero con necesidad de más operadores y de actividades extra, en el caso de corte manual el operador primero extiende las telas sobre una mesa para después cortar las 3 telas en conjunto.

Las costureras confeccionan las piezas con la máquina recta donde se deja un hueco para poder voltear el cobertor, una vez volteado, el cierre y etiquetado se hace con otra máquina, donde las piezas son dirigidas a sus procesos posteriores.

Las especificaciones se documentan en formatos que son utilizados en la mayoría de las empresas y sirven para brindar información necesaria para que los operadores puedan evaluar sus actividades correspondientes y se tenga a su vez un mejor control de la calidad, cumpliendo de esta manera con lo solicitado por el cliente.

Figura 24:

Hoja de especificación del producto

*Las mediciones se realizan a la mitad del cobertor (Lineas punteadas).
 *La etiqueta de tela del logotipo (gris) va encima de la etiqueta de instrucciones (blanca).
 *Etiquetas de tela ubicadas a los pies del diseño y en la esquina inferior derecha en referencia al estampado hacia arriba.

TELA BISÓN + FLANNEL			
COMPOSICIÓN 100% POLIESTER			
ATRIBUTO	MEDIDA	TOLERANCIA(%)	RANGO
DENSIDAD(g/m ²) BISON y FLANNEL	180	+/-5	171 - 189
MEDIDAS PT (cm)	180	+9	180 - 196.2
	220		220 - 239.8
MEDIDAS DE CORTE (cm)	190	+3	190 - 195.7
	230		230 - 237
PUNTADA / PULGADA	10	+1	9 - 11

MEDIDAS		TOLERANCIA (%)	RANGO
BORDADO (cm)	N/A	N/A	N/A
ETIQUETA TELA (cm)	5	+1	4 - 6

ETIQUETA DE TELA EN LA ESQUINA DE LA PRENDA

TIPO DE CONFECCIÓN:	TIPO SACO AMERICANO
ANCHO DE CINTA (cm):	N/A

FECHA	NIVEL	AUTOR	MOTIVO	REVISÓ	AUTORIZÓ
03-08-2021	1	Marco A Vazquez	CREACION	JEFE ING.	GTE. PRODUCCION

Nota: Se actualiza la documentación y las características solicitadas por el cliente en un formato propio de la empresa fabricante. Es normal que en estas hojas se agreguen también las tolerancias de corte, de producto confeccionado terminado y la densidad en las telas.

3.2.2 Lista general de materiales del producto

La empresa textil se apoya del uso de un sistema software ERP (*Enterprise Resources Planning* / Planificación de recursos empresariales), donde le permite agilizar las operaciones de las distintas áreas enlazadas por medio de la red, por lo que la adquisición de diversos reportes de medición puede aportar a la empresa un diagnóstico más rápido que cuando se tenían que realizar manualmente. Dentro de este sistema ya se encuentra otro sistema llamado MRP (*Material Requirements Planning* / Planeación de requerimientos de materiales), donde, como su nombre lo

indica, nos apoya con la cuantificación de los materiales que en ese instante se necesitan, pero se debe de tener en cuenta que el sistema no lo puede hacer todo por sí solo, y que, al igual que todo sistema tecnológico, este necesita del ingreso de la información real para mantener su confiabilidad. A continuación, se muestra una lista de materiales que es común utilizar en el producto elegido:

- a) Tela flannel con diseño estampado de un ancho de 2.40m y una densidad de 180gr/m².
- b) Tela bisón de un color en específico, ancho de 2.30m y de la misma densidad que la tela flannel.
- c) Tela guata 100% poliéster de un ancho 2.35m y una densidad de 100gr/m² para garantizar el aislamiento térmico y un relleno totalmente uniforme.
- d) Pegamento ideal para el pegado de telas.
- e) Hilo de costura para todas las operaciones de confección necesarias para realizar el producto terminado.
- f) Etiquetas de tela y códigos de barra impresos en blanco y negro, con las especificaciones necesarias de calidad y de información para el cliente.
- g) Cromo o cartón impreso con diseños y descripciones fabricados por la empresa o en su defecto contar con los adheribles necesarios a pegarse los cuales serán utilizados como empaque primario y presentación del producto final.
- h) Bolsa plástica con tejido poliéster, Bolsa de PVC grande o caja corrugada para cierta cantidad de piezas a empacar, cumpliendo con el objetivo de los empaques secundarios, la protección del producto para garantizar que la calidad con la que el producto salga de la empresa sea la misma con la que el producto llega al cliente final.

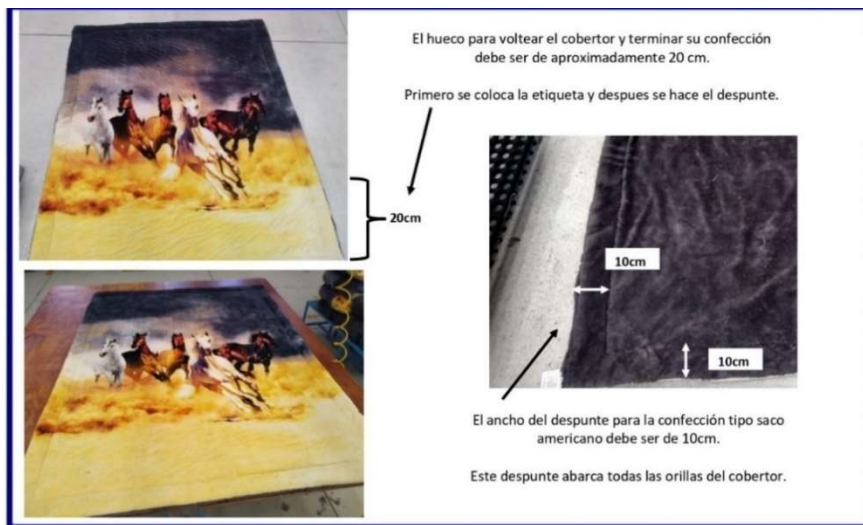
- i) I) Materiales auxiliares que se utilicen en la fabricación (cinta para corrugados, adheribles, etiquetas de tela, plastiflechas, etc.)

3.2.3 Aspectos de calidad a cuidar del producto

El producto debe cumplir con las especificaciones solicitadas por el cliente, tanto en el tipo de construcción de la tela y el cobertor, como con las especificaciones de identificación del producto y por supuesto con las características físicas que son fruto directo del área de producción y que el área de calidad se encarga de evaluar.

Figura 25:

Hoja de especificación de confección



Nota: Las medidas y las tolerancias que se manejan en las operaciones de cerrado de pieza y de despunte son importantes para que la pieza quede correctamente fabricada.

Normalmente se maneja un 3% en las tolerancias de medida de producto terminado, referenciando la importancia de que el ancho de las 3 telas coincida para que no existan

imperfecciones en la pieza. A continuación, se muestran algunas de las incidencias comunes en las piezas:

Defectos de tela: son aquellos que pueden encontrarse debido a fallas en el proceso textil, por lo regular son manchas por fallas de estampado, agujeros, variaciones de tono, etc.

Defecto de corte: variación de medidas de producto terminado menores a las solicitadas.

Defecto de pegado: pegado no homogéneo ocasionando que la pieza se vea con relieves, dificultando las actividades posteriores.

Defecto de confección: son aquellos que aparecen en las actividades que, con la utilización de distintas maquinas, no se garantiza la correcta costura de la pieza, poniendo en riesgo que esta se deshilache.

Defectos de empaque: son de los defectos más comunes y suelen suceder por confusiones en los materiales y en la manera que debe empacarse dicho producto.

Para el procedimiento de empaque se realizan propuestas al cliente sobre qué se puede utilizar para proteger y hacer llegar su producto, por lo que el método y el precio final pueden ir cambiando de acuerdo a estos requerimientos de personalización al cliente.

Figura 26:

Hoja de especificación de empaque



Nota: Debido a las reclamaciones del cliente se define como acción inmediata junto con el equipo de trabajo la modificación de los métodos de trabajo con el fin de garantizar el procedimiento de empaque y de inspección, además de que la información se les brinda a los operadores.

3.2.4 Historial de producción

La planificación de la producción se realiza bajo pronósticos de ventas por mes y se ha establecido un presupuesto de fabricación que ronda alrededor de las 23 mil piezas de tamaño matrimonial por mes tomando en cuenta todos los diseños que se fabrican, pero los tiempos bajo los que se hace la planificación son obsoletos y en temporadas donde se requiere una mayor producción se ve entorpecida por el número de incidencias y la falta de material.

Las dos líneas de producción permiten la fabricación de 1008 piezas por día, esto tomando en cuenta como referencia a los tiempos del tamaño matrimonial, así como los materiales requeridos por solicitud del cliente, como lo son las etiquetas de tela y el tipo de empaque en bolsa PVC junto con su cromó para la presentación de producto.

Para el caso de las máquinas pegadora y fusionadora se tienen distintas capacidades debido a que estas pueden ajustarse sus parámetros respecto a las características de la tela, por ejemplo, su índice de elongación y su ancho, pero debido a que se utilizan telas diferentes los parámetros de velocidad y presión son ajustados al momento por los operadores. En dichas máquinas se tiene una velocidad máxima de 15 metros lineales por minuto, pero las metas de producción se manejan de forma diferente, en la máquina pegadora se espera una cantidad de 3000 metros pegados de tela, y para la máquina fusionadora se requieren de 1017 piezas, ambas estimaciones son por turno de 9 horas y se maneja de manera distinta debido a los productos que entran en dichos procesos.

3.2.5 Historial de incidencias en la producción

El área de calidad registra todos aquellos eventos que ponen en riesgo una percepción positiva por parte del cliente, estos se van clasificando desde su nombre del defecto hasta el origen donde se lleva a cabo dicha actividad que los ocasionan, aplicándose en este caso al área de la planta de producción que intervino en dichas actividades y cómo estas afectan a las actividades de las áreas posteriores.

Anteriormente ya se ha mencionado la frecuencia de los defectos que aparecen por área y ahora se abordarán las incidencias que se encuentran dentro de cada una de las actividades que intervienen en la producción con apoyo de otro reporte llevado por el área de calidad.

Se realizaron diagramas de Pareto para ordenar las incidencias de mayor prioridad, esto a base del principio 80-20 del diagrama tomando en cuenta la base de datos registrada por el área de calidad durante los años 2020 y 2021. Véase la tabla 7:

Tabla 6:

Incidencias por tamaño

PROCESO	TAMAÑOS				Total general a 2 años	%	% ACUMULADO	PROMEDIO POR AÑO	PROMEDIO PZS POR SEMANA
	IND	KS	MAT	SC					
PEGADO	123	390	1187	1494	3194	29.9%	29.9%	1597	33
DEFECTO DE TELA	147	364	1201	615	2327	21.8%	51.7%	1164	24
ETIQUETADO	111	320	895	398	1724	16.1%	67.8%	862	18
CORTE	91	251	1060	301	1703	15.9%	83.8%	852	17
DESPUNTE	25	150	554	168	897	8.4%	92.1%	449	9
CERRADO	28	148	538	125	839	7.9%	100.0%	420	9
Total general a 2 años	525	1623	5435	3101	10684	100.0%		5342	109
%	4.91%	15.19%	50.87%	29.02%	100.00%				

Nota: Con los cálculos realizados en la tabla anterior se puede concluir que la actividad de pegado es la que mayor número de incidencias contiene, por lo que es la principal área por diagnosticar por medio del estudio del trabajo.

Tabla 7:

Incidencias del proceso de pegado

Actividades de pegado	PIEZAS POR AÑO	% INDIVIDUAL	% ACUMULADO
Diseño Torcido	1821	57.0%	57.0%
Mal pegadas	1248	39.1%	96.1%
Exceso de Pegamento	125	3.9%	100.0%
	3194		

Nota: La tabla muestra específicamente qué defectos podemos encontrar en el proceso de pegado de telas, donde el diseño torcido es la incidencia resaltante.

El proceso de producción es afectado en su mayor parte por las características físicas de la tela con las que se recibe de procesos anteriores.

Tabla 8:

Incidencias del proceso de corte o fusionado

Actividades de Corte	PIEZAS POR AÑO	% INDIVIDUAL	% ACUMULADO
Sobrante de tela flannel	688	40.4%	40.4%
Asimétrico	384	22.5%	62.9%
Sobrante de tela borrega	312	18.3%	81.3%
Corto de medida por corte	198	11.6%	92.9%
Corte no recto	74	4.3%	97.2%
Disparejo	47	2.8%	100.0%
	1703		

Nota: Los diferentes anchos de tela son los más comunes en el corte o fusionado:

El sobrante de telas y la variación en los cortes rectos en una máquina automática es un tema serio por tratar ya que, como se dijo anteriormente, este proceso afecta sus consecutivos,

además de que el producto entregado no será el declarado, poniendo en riesgo la calidad percibida por el cliente.

Tabla 9:

Incidencias del proceso de etiquetado

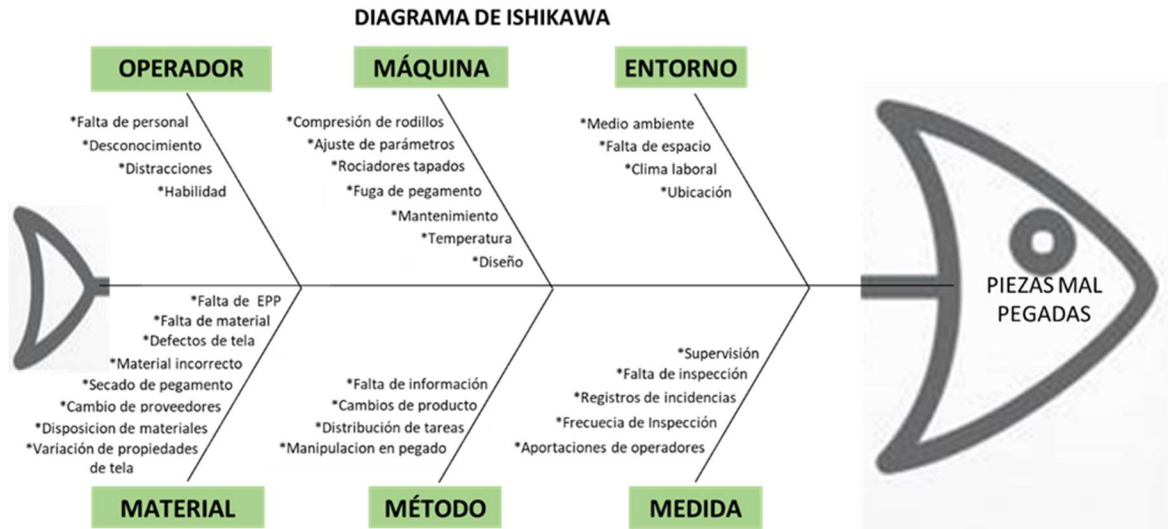
Actividades de Etiquetado	PIEZAS POR AÑO	% INDIVIDUAL	% ACUMULADO
Etiqueta equivocada	781	45.3%	45.3%
Etiqueta mal colocada	417	24.2%	69.5%
Hebras	264	15.3%	84.8%
Etiquetado con costura abierta	188	10.9%	95.7%
Cerrado de ET asimétrico	37	2.1%	97.9%
Cerrado disparejo	23	1.3%	99.2%
Etiquetado puntada brincada	14	0.8%	100.0%
	1724		

Nota: El método de trabajo en los cortes también afecta la confección, esto en mayor porcentaje por las incidencias del etiquetado, siendo las etiquetas equivocadas la más frecuente por la confusión con el tamaño de los cobertores.

Para tener un mejor panorama de los aspectos que causan estas incidencias se procede a realizar diagramas de Ishikawa que aclare la causa raíz de estas incidencias, por lo que se reúne al equipo de trabajo de las diferentes áreas, se den las perspectivas del problema desde los diferentes aspectos del diagrama y se declare un diagnóstico más acertado.

Figura 27:

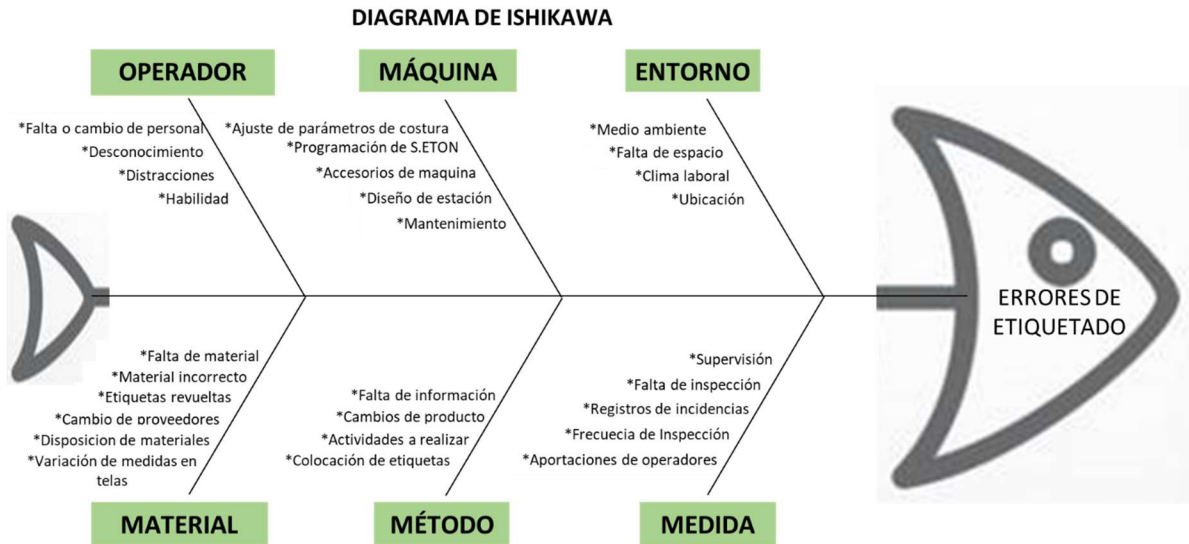
Diagrama de Ishikawa del proceso de pegado



Nota: Entiéndase como pieza mal pegada al exceso de pegamento o a la falta de uniformidad del pegado, ocasionando que este se detecte al tacto o a simple vista.

Figura 28:

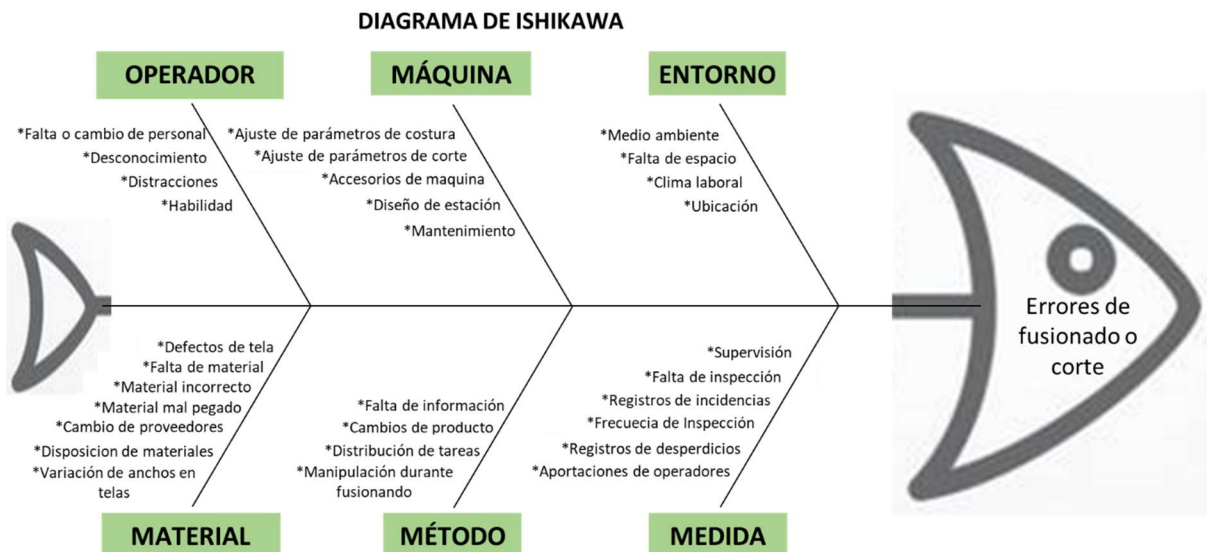
Diagrama de Ishikawa de etiquetado



Nota: En el caso del etiquetado nótese que se incluye la máquina ETON, para más información de esta máquina véase el capítulo 3.3 de esta investigación.

Figura 29:

Diagrama de Ishikawa del proceso de corte

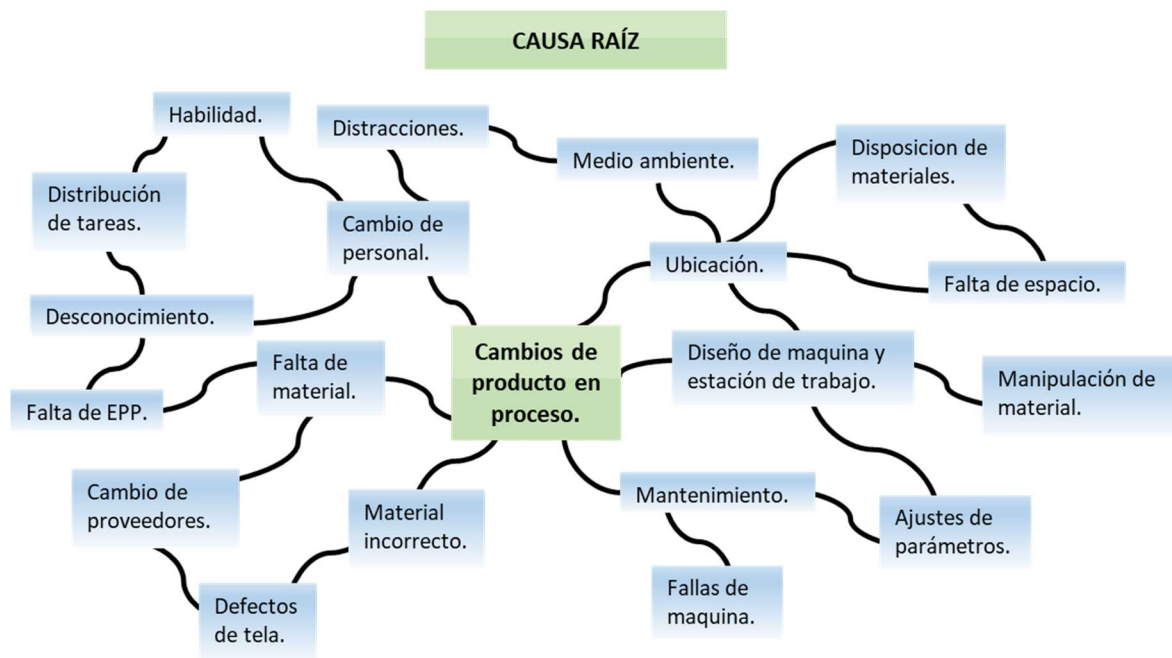


Nota: Para este proceso se considera la máquina fusionadora como el principal proceso y se analizan los materiales con los que se trabaja, principalmente los diferentes anchos de tela y la rotura constante del hilo de costura.

Las incidencias tienen aspectos que coinciden, así que se decide plasmar sistemáticamente cómo estas causas se relacionan entre sí para identificar la causa raíz del problema, véase la siguiente figura:

Figura 30:

Mapa de causa raíz



Nota: Se determina que la principal causa de las incidencias se encuentra en cada cambio de producto en las líneas de producción no planificado y no notificado, estos cambios afectan de manera diferente a las máquinas, por un lado, la máquina pegadora necesita realizar diversos ajustes por el universo de productos con telas pegadas y de diferentes características estructurales,

y para la máquina fusionadora afectan los diferentes anchos de tela junto con los defectos de fabricación y obtenidos por la mala manipulación del material.

Adicional a ambas maquinas, estas no contienen ninguna distribución declarada de tareas, por lo que las cargas de trabajo se van modificando de acuerdo con el personal que esté a cargo de la máquina, por otro lado, para el caso de la confección, las máquinas son afectadas por el exceso de pegamento, los cortes no rectos y los diferentes tamaños transportados a la confección sin ninguna señal que marque la diferencia en tamaños.

3.3 Proceso de producción actual del edredón

Debido a que el producto es solicitado en todos los meses del año, se tiene montada un área en especial que colinda con las máquinas de pegado y fusionado, los cuales intervienen en el proceso de producción de estos cobertores.

Actualmente se utilizan 5 operadores para los procesos de registro y distribución de mantones, para el caso de la mano de obra directa se toman en cuenta 32 operadores con diferentes habilidades para cumplir con 1008 piezas terminadas a lo largo de las 9 horas de trabajo disponibles en el único turno que se tiene por día, todo el personal distribuido de la siguiente manera: 4 en la máquina pegadora, 7 para fusionadora, 9 en confección y 12 en empaque.

Los operadores están siendo apoyados por un sistema mecánico llamado ETON, este sistema según la empresa desarrolladora de proyectos SPEC *Ahearn Denning Machines Inc.*, lo define como “un sistema de manipulación de materiales flexible diseñado para eliminar el transporte manual y minimizar la manipulación, aumentando radicalmente la productividad, asegura un flujo de trabajo óptimo y disminuyendo tiempos de manipulación del material.

Técnicamente, el sistema consta de transportadores aéreos que direccionan individualmente el producto a la estación de trabajo que le corresponda y está siendo monitoreada por una computadora que proporciona todos los datos necesarios para medir y administrar el proceso de manera óptima. Además, el sistema es muy flexible y se puede modificar rápidamente a los cambios en la línea de producción o la necesidad de expansión.

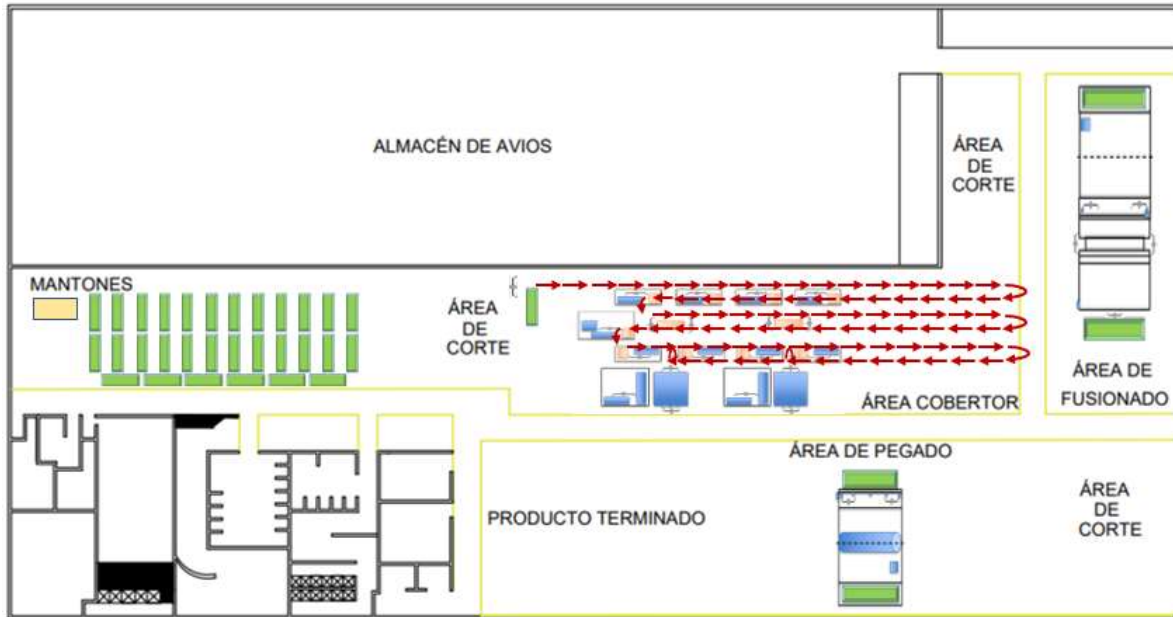
Las estaciones de trabajo en las operaciones de recepción y registros son básicamente una oficina desde la cual se realiza todo el proceso en sistema para que la información sea monitoreada y controlada para facilitar la producción. Para el caso de la máquina pegadora y fusionadora el espacio es vital para operar sin problemas y se pueda disponer de materia prima para evitar el desabasto de material. Por último, las estaciones de trabajo en la confección y empaque están distribuidas a base de garantizar la mejor utilización del sistema mecánico ETON y sin entorpecer el trabajo de los demás.

3.3.1 Lay Out del área de producción

La zona de producción de los edredones con borrega es una disposición de espacios a la medida, y para que se pueda comprender de mejor manera la situación actual véase la siguiente figura:

Figura 31:

Lay Out del área de cobertor

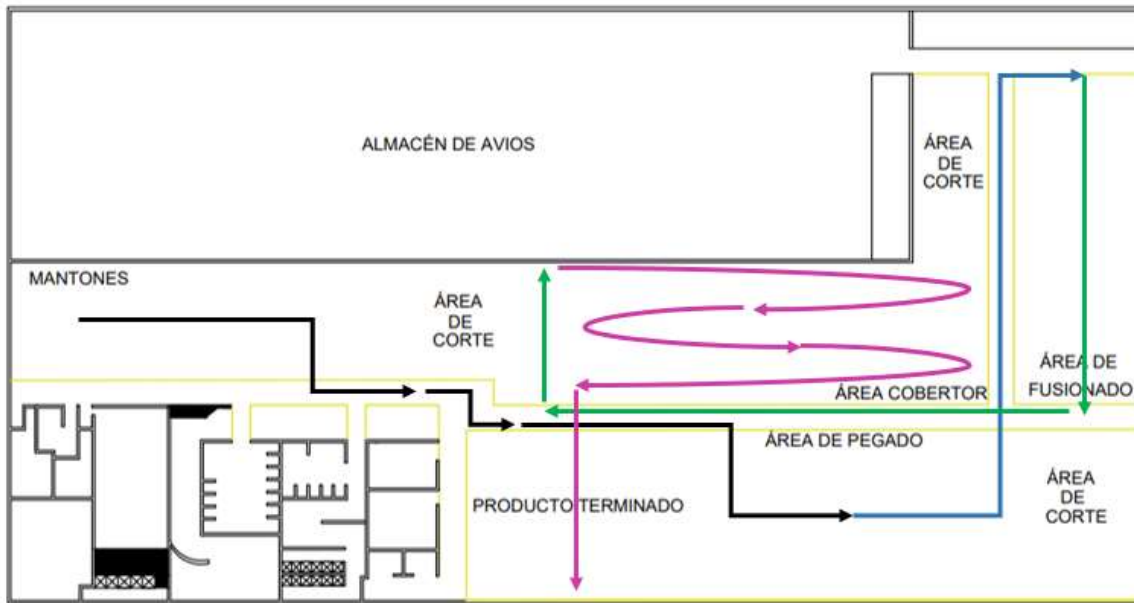


Nota: Las mesas finales dedicadas a la inspección y al doblado no están ligadas al sistema ETON, (ilustrado con flechas rojas), por lo que el empaque puede modificarse para los objetivos del estudio.

Además de esta ilustración, se muestra a continuación la siguiente para visualizar de mejor manera el recorrido general del producto:

Figura 32:

Diagrama de recorrido general del material



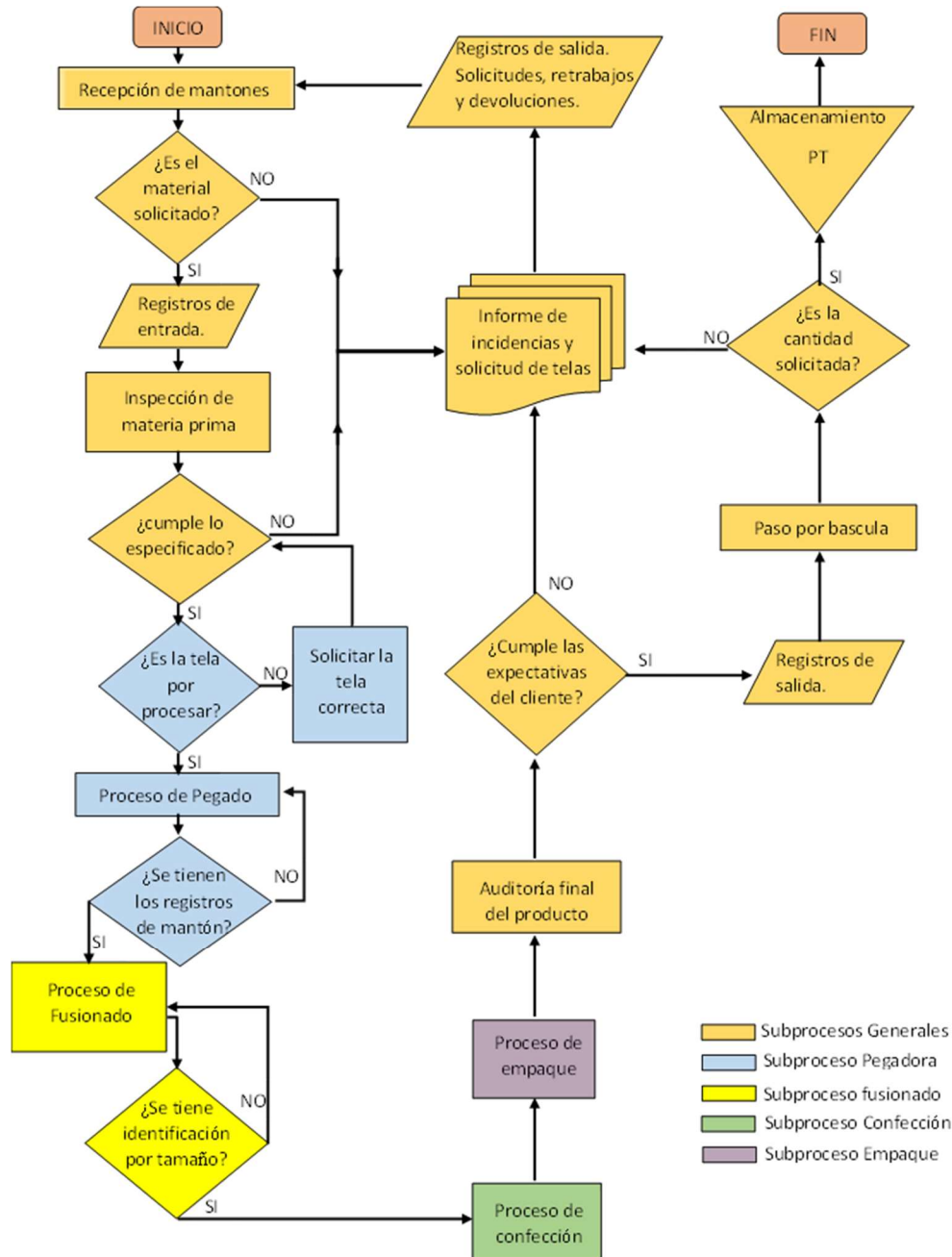
Nota: El recorrido del material contiene demasiados cruces y retornos, aumentando el tráfico en los pasillos de la planta y haciendo que el espacio se vea más reducido de lo que es.

3.3.2 Diagramas de producción

El siguiente diagrama de flujo del proceso de producción nos permite ver como se llevan a cabo las actividades en la planta de confección y analizar las actividades a grandes rasgos:

Figura 33:

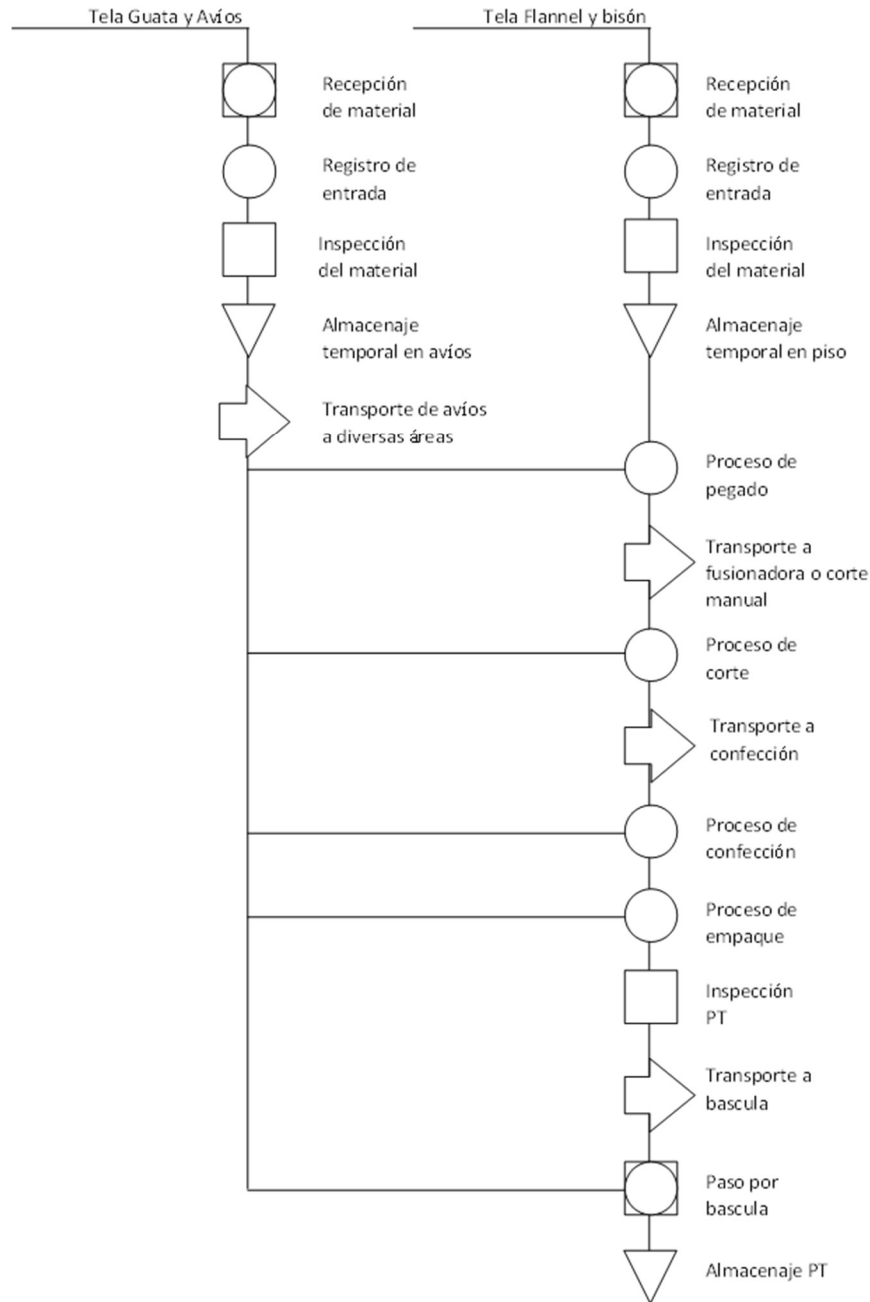
Diagrama de flujo de proceso del edredón



Nota: Solo se incluye el proceso del producto a partir de la recepción, no se consideran retrabajos, devoluciones de material, recuperaciones y destrucciones.

Figura 34:

Diagrama de procesos del edredón



Nota: El diagrama se realiza desde cero y considerando el método de trabajo actualizado, es importante resaltar que el producto nació alrededor del año 2013.

Las recepciones se realizan desde fuera de la nave de confección y se incluyen las actividades de identificación y ubicación en el área de mantones de acuerdo con la fecha establecida en que se va a producir. Una vez identificado el producto se realiza el registro y se toman en cuenta las decisiones de devolución o aceptación del material después de que el área de calidad ha realizado su inspección.

El proceso inicia con el pegado de las telas, normalmente se pega la tela flannel con la guata y el bisón se agrega después en la máquina fusionadora cuando las telas están pegadas para cortarlas a la medida y realizarles una ligera costura y evitar que estas se desfasen. En la confección se considera al personal que utiliza las máquinas de costura, como lo son las operadoras que cierra los cuatro lados del cobertor, la persona que realiza el etiquetado y aquellas que realizan el respunte de la pieza para después finalizar con el empaque de las piezas con su respectivo *Standard Pack* / Empaque estándar.

3.3.3 Descripción de las áreas del proceso

Recepción de mantones: Las telas y materiales por utilizar para la fabricación de todos los productos en la planta de confección pasan primero por un pesaje y una identificación con ayuda de su SKU (*Stock Keeping Unit* / Numero de Referencia Único) que se van asignando, dependiendo del tipo de material y del diseño que tiene el mantón estampado.

Las telas son transportadas por medio de tinas para su manipulación y revisión, por lo que cada manto suele llegar con un peso y medida diferente en comparación con otros, todo documentándose en las fichas de identificación. En esta parte del proceso no es necesario asignar tiempos de producción ya que es una mano de obra que no agrega valor al producto, sin embargo,

se propondrá un sistema de trabajo donde la actividad del registro sea más eficiente respecto al actual.

El tiempo que duran las telas en el área de recepción hasta su disposición por parte del área de corte no rebasa las 24 horas, dependiendo de si el diseño es nuevo o por la urgencia y disponibilidad de los demás materiales.

Figura 35:

Tipos de telas según su origen



Tinas con mantones nacionales



Telas guata para pegadora



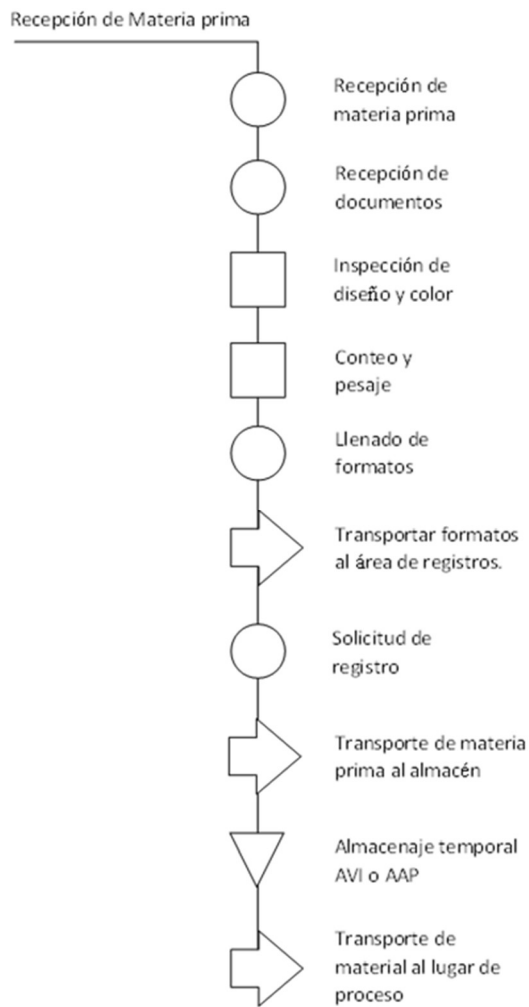
Telas importadas

Nota: La característica estructural del material es diferente según su origen, además de que cada proveedor mantiene una forma diferente de empaque final de su producto y su disposición tiende a ser descuidada, véase la imagen de tela importada donde algunos rollos de tela permanecen en el suelo.

Diagrama de operaciones de recepción: Las actividades que realiza el recepcionista de telas va desde la identificación física de la tela hasta su registro en sistema, a continuación, se muestran los siguientes diagramas de las actividades llevadas a cabo:

Figura 36:

Diagrama de proceso de recepción de telas



Nota: El registro se realiza tanto en sistema como en Excel para la generación de reportes antes, durante y después de la fabricación.

Proceso de Inspección: Depende del origen de la tela, si este es de origen nacional es inspeccionado por el área de calidad y se determinan los defectos que llegan a encontrarse para su registro en los indicadores de calidad, si este es un material de importación, el material es inspeccionado hasta el área de pegado por los dos operadores auxiliares.

La disposición de estos materiales es diferente, para productos nacionales el mantón llega en tinas ya preparadas para procesarse y son dispuestas en el área de matones, para el caso de importación este llega en rollos embolsados que deben desenrollarse para poder pegarse y son dispuestos hasta el área de pegado, donde los responsables de desenrollarlos son los mismos operadores que los inspeccionan. En ambos casos se aplican reportes o devoluciones en caso de un gran número de defectos críticos. Para el caso de las guatas, estas son inspeccionadas por calidad y llegan como rollos de tela embolsadas disponibles para pegarse.

Proceso de pegado: Esta máquina tiene una extensión de 6m de largo por 3.5 m de ancho y con una altura de 3 metros, es operada por 2 trabajadores responsables de la ejecución de dicha parte del proceso, además de otros 2 operadores de actividades generales que apoyan en desempacar y desarrollar las telas a pegar.

El área es amplia y se necesita que todos los materiales a ocupar para la fabricación sean acercados al área de pegado, estos materiales van desde el tipo de pegamento hasta las tinas con mantones y los rollos de guata que se montarán en la máquina para continuar con la producción.

Normalmente no se trabaja siempre con un mismo producto y se tiene que estar cambiando y consultando qué tipo de material es el que ya tiene la autorización necesaria para ser pegado, donde se requiere constantemente que se realicen continuas operaciones diferentes hasta llegar al arranque de la máquina pegadora.

No existen registros propios de las incidencias y paros de máquina que se tienen durante la jornada laboral en los últimos años, además de que no se tiene una ficha técnica a la mano de la máquina para poder realizar su análisis con mayor rapidez, por ello se realizará un análisis superficial de dicha máquina tanto para determinar sus tiempos como para realizar sus registros.

Figura 37:

Máquina pegadora de telas



Nota: La máquina no cuenta con documentación sobre el procedimiento para controlarla, además de que solo se limita a pegar dos telas por corrida y su diseño limita a los operadores a permanecer en sus estaciones, adicional al comportamiento impredecible y características no estandarizadas de la tela.

Figura 38:

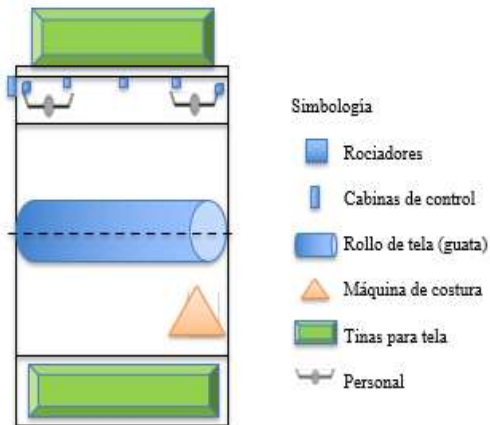
Diagrama de proceso del pegado



Nota: El diagrama considera el trabajo realizado por los dos operadores principales debido a que son los titulares del proceso.

Figura 39:

Distribución de personal de la máquina pegadora



Nota: Ante la falta de tinas para mover el material, se reutiliza el plástico con el que los proveedores empaican sus telas.

Proceso de fusionado: Esta parte del proceso se lleva a cabo por medio de una máquina fusionadora de telas, este tipo de máquinas está disponible para todas las empresas del giro textil interesadas en mejorar sus tiempos de producción, esta máquina es de una extensión de 18m de largo por 4 m de ancho y 4 metros de altura, es utilizada exclusivamente para el edredón con borrega, pero debido a sus amplias tareas y variables es necesario que varios trabajadores manipulen la máquina.

Al igual que la máquina pegadora, en esta también se debe realizar el montaje de las telas que se van a utilizar (telas pegadas y el bisón), en esta máquina no se pega la tela, en el montaje se agrega la tela bisón a las telas pegadas y se realiza el corte lineal a los laterales para que sean cortadas a la misma medida, se aseguran los cortes laterales con una costura ligera para evitar que se desalineen y el corte horizontal a la pieza se realiza a la medida programada en la máquina.

Figura 40:

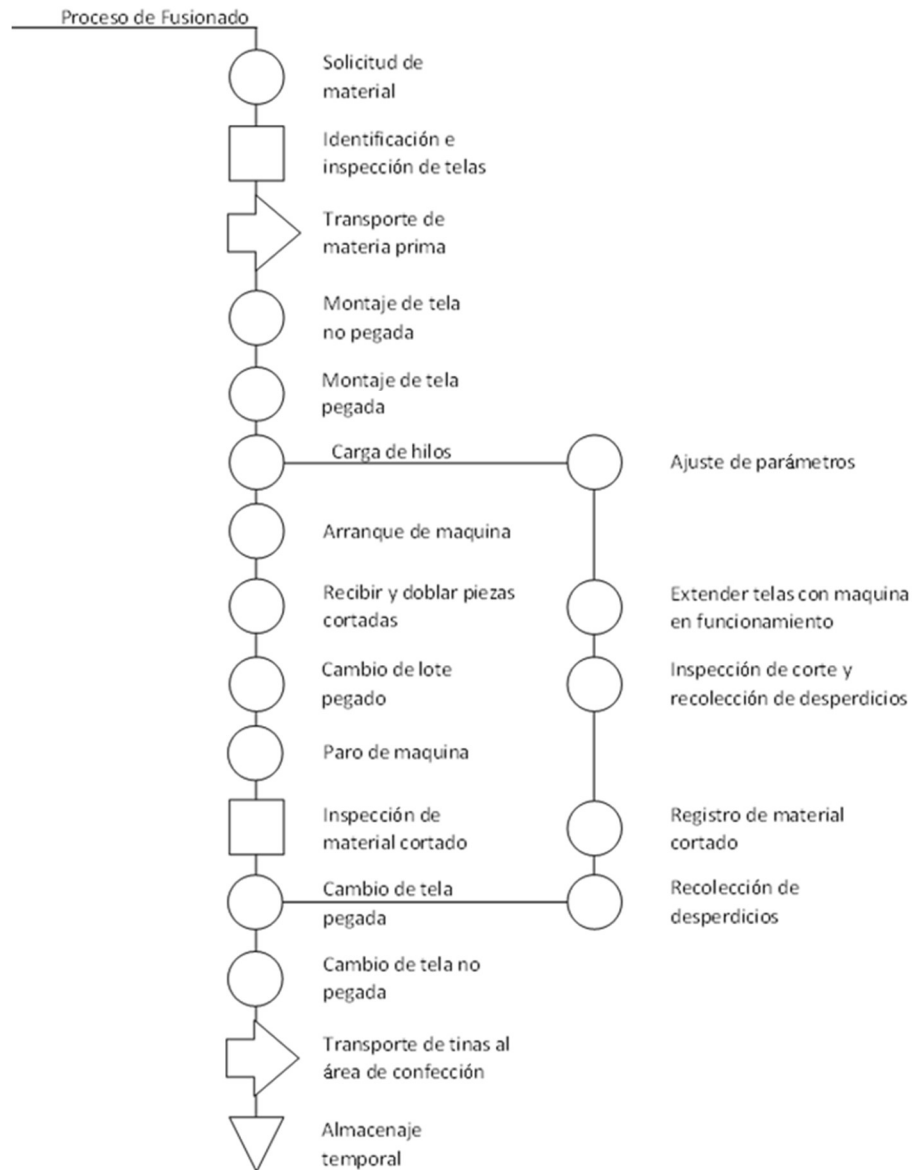
Máquina fusionadora



Nota: En esta máquina tampoco se lleva un registro de incidencias y de paros de máquina, pero los desperdicios son cuantificados en kilogramos y direccionados a su disposición.

Figura 41:

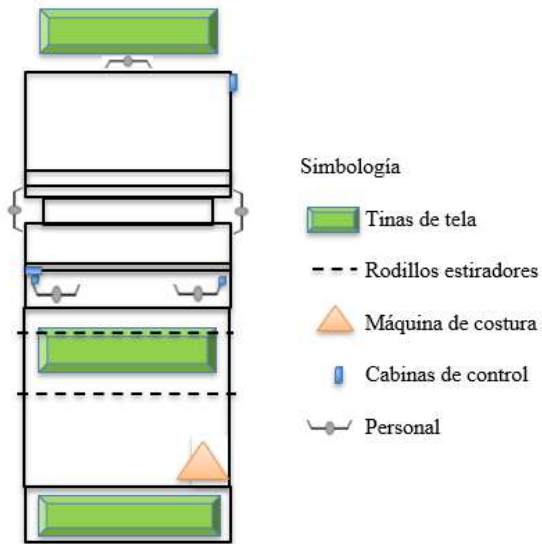
Diagrama de operaciones de la máquina fusionadora



Nota: El diagrama de operaciones consideras a los siete operadores que actualmente controlan el proceso de corte por máquina fusionadora.

Figura 42:

Distribución de personal en máquina fusionadora



Nota: El sexto y séptimo operador no aparece en la figura 44 debido a que son personales de apoyo y no tiene un lugar fijo.

Proceso de confección: La confección de la prenda es realizada por múltiples personas y principalmente estas actividades se dividen en: cerrado de pieza al 82%, volteado, etiquetado y cerrado completo, respunteado, revisado y por último el empaclado.

El cerrado de la pieza consta de cerrar tres de los lados del cobertor completamente y antes de terminar el cuarto lado este se debe de dejar abierto en aproximadamente 20cm para poder ser volteado por dos personas.

Un etiquetado y cerrado completo se realiza una vez volteada la pieza, en este proceso se cierran completamente el cobertor y se le colocan dos etiquetas de tela ubicadas en la lateral inferior derecha de frente al lector, y para que la costura no se vea diferente a la realizada al revés o por dentro, se utiliza la máquina recta

El respunteado es la costura final del cobertor, esta es una costura de una sola línea en sus cuatro lados que sirve para mantener su forma, evitar el deshilachado, además de reducir y estabilizar el margen de costura, creando así un producto más confortable.

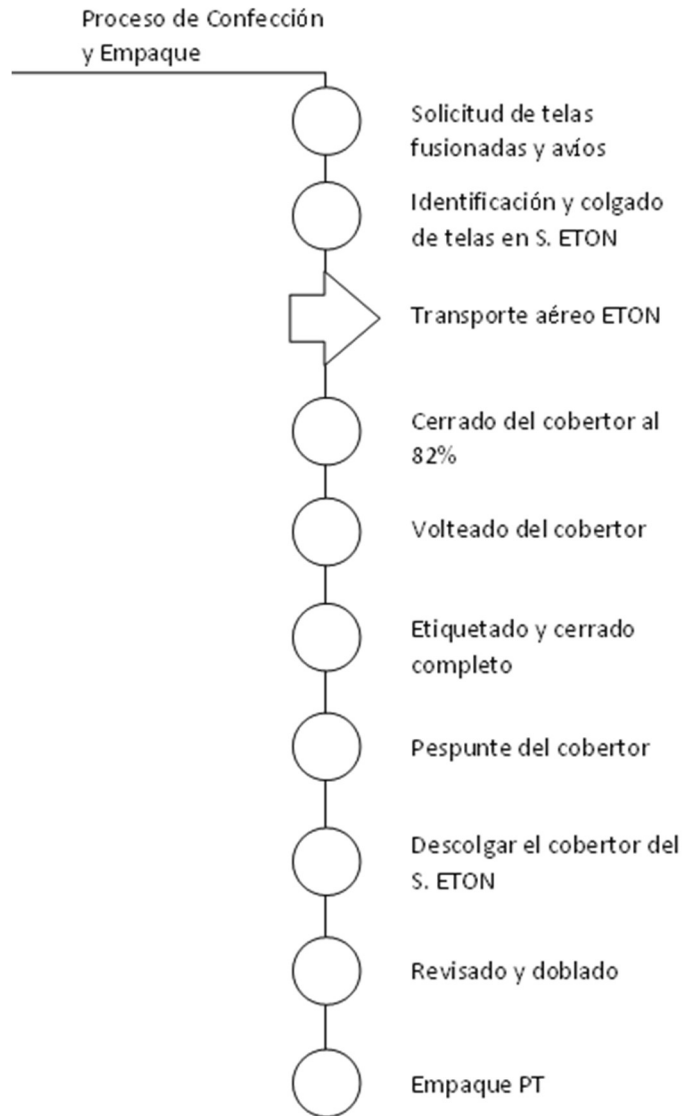
Proceso de empaque: El volteado se realiza debido a que en la fusionadora y el corte manual los mantones son colocados con el estampado o la parte con borrega del bisón encontrados, o, dicho de otra manera, son colocados al revés para que la costura, al momento del volteado queden hacia dentro.

Para el revisado de piezas es necesario que sean dos operadoras las que realicen esta actividad desde los laterales debido a su extensión y se detecten todos los defectos existentes desde el pegado hasta la confección, además de que apoyan al personal de calidad con el llenado del formato de las inconformidades encontradas.

Las piezas después de ser revisadas son dobladas según las especificaciones anteriormente mostradas para que la empacadora introduzca la pieza en la bolsa de PVC, además se coloca un cromó con sus adheribles correspondientes al diseño, tamaño y código de barras indicado para presentación en mostrador y después es empacado en bultos de 6 unidades para su entrega al cliente distribuidor.

Figura 43:

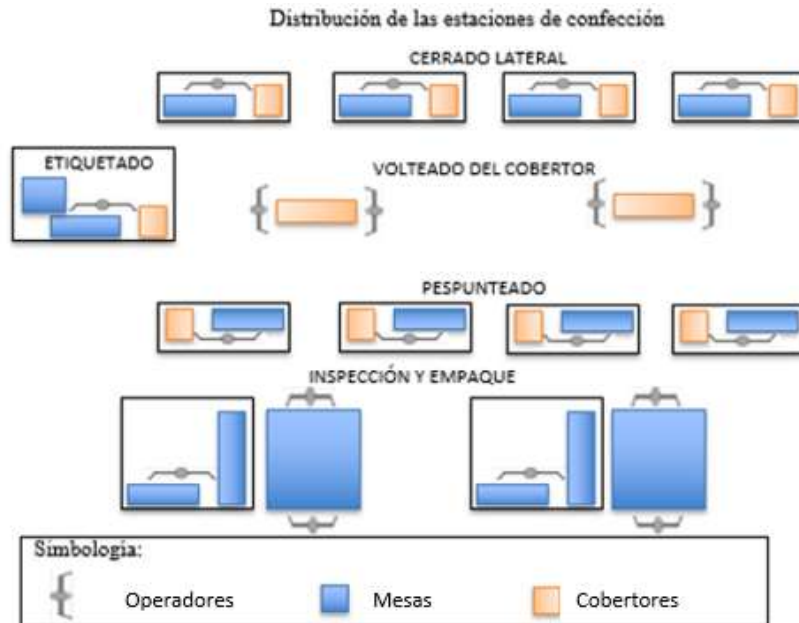
Diagrama de proceso de confección y empaque



Nota: El proceso de empaque se menciona a grandes rasgos y hace referencia al empaque por bulto de seis piezas mencionado e ilustrado anteriormente en la figura 28.

Figura 44:

Distribución de confección y empaque

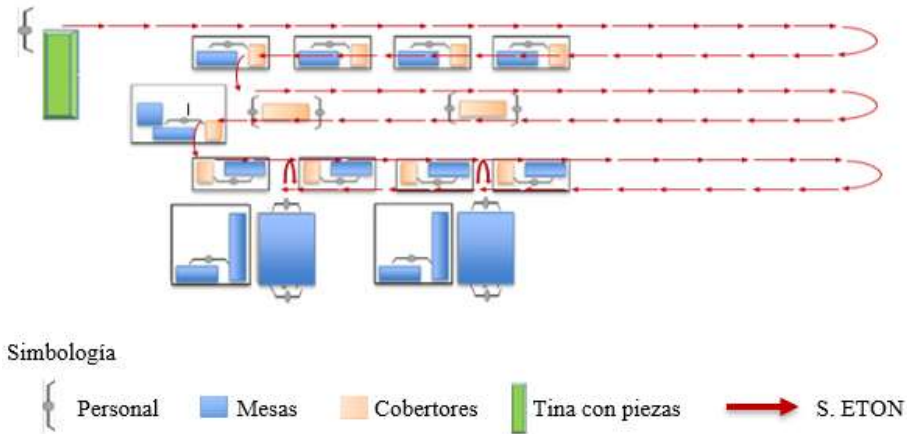


Nota: Las líneas de producción del producto solo ocupan la mitad de toda el área de cobertor, nótese que en el dibujo se plasman las dos líneas de producción que se encuentran en piso.

La distribución de las estaciones de trabajo fue establecida de tal manera que no solo sea utilizado por los edredones, sino también por los cobertores ligeros que se fabrican y por medio de la programación de los ganchos transportadores, estos sean transportados a las distintas líneas de salida del sistema ETON. En la siguiente ilustración se agrega a la persona que se encarga del colgado de la pieza y se ilustra por medio de flechas rojas el recorrido de los rieles de la maquina:

Figura 45:

Sistema ETON



Nota: el sistema mecánico es modificable y pueden establecerse diferentes retornos para el retrabajo de los cobertores en caso de imperfecciones en la confección.

Procesos de liberación por parte de calidad y registros. Ante los cambios técnicos de productos, cambio de diseño, tamaño y cliente, el personal de calidad debe estar al tanto de las especificaciones necesarias para cada cliente y debe conocer perfectamente los procesos por los que pasa el material para ser transformados y ubicar de mejor manera el origen de una inconformidad realizando a su vez sus registros y manteniendo al tanto a los supervisores respecto a la calidad de las actividades del personal a su mando.

Los registros se realizan desde estaciones de trabajo computarizadas para los supervisores donde dan de alta el número de cajas por tarima que ya tienen fabricada para poder ser liberadas como producto terminado descontando los materiales utilizados en sistema y se continúe el proceso de paso a bascula, en esta estación se realiza el pesaje de las cajas para detectar variaciones en comparación con el peso teórico calculado, en caso donde no existan incertidumbres el producto

pasa al almacén de producto terminado a disposición de la planta de logística, donde terminan la actividades de la planta de confección.

Proceso de entrega de avíos: Estos son surtidos en el almacén de materia prima y son los materiales por utilizar para la fabricación de un producto, desde cintas hasta las cajas corrugadas y las telas que se utilizan en el producto.

Para evitar la fatiga de ir seguido al almacén AVI (AVÍOS) se tiene un mini avío improvisado para surtir de manera más rápida los materiales que se estarán utilizando para cada variable (tamaño, diseño, y cliente), sin embargo, aún persisten las equivocaciones por tamaños y diseños incorrectos.

Cada vez que existen inconformidades el área que detecta el defecto lo regresa al proceso anterior o al perteneciente hasta que se retrabaje o se aplique una solución al problema, esto incluye desde defectos de material, defectos por la actividad mal realizada e inconformidades en producto terminado.

3.3.4 Indicadores de producción

El principal indicador que se tiene en la empresa es el tiempo estándar, bajo este tiempo rondan todas las demás estimaciones necesarias para que se considere un trabajo eficiente y este tiempo ha sido medido con un estudio de trabajo anterior a las nuevas capacidades de fabricación del producto. La eficiencia en general del área de producción es multiplicando el número de piezas terminadas de cierto tipo y multiplicado por el tiempo estándar correspondiente, donde el resultado debe ser lo más cercano a los minutos por jornada laboral, los 540 minutos.

En los demás procesos, para el caso de la máquina fusionadora y pegadora se les solicita que tengan sus máquinas en una velocidad de 15 metros por minuto de piezas pegadas o cortadas como mínimo para mantener a las costureras en constante trabajo, para el caso de confección, las costureras tienen integrados en sus máquinas contadores de piezas enlazados con cada vez que le dan avance a la máquina ETON para seguir con la siguiente pieza.

A través del sistema ERP de la empresa se solicitan reportes donde se realiza un balance de existencias entre lo que ya pasó por la báscula de producto terminado y lo que debería fabricarse respecto a sus tiempos estándares y justificando los retrasos de producción por inconformidades de cualquier tipo en las actividades de confección. Además de que se maneja un sistema WIP (*Work In Process* / Trabajo en proceso) que apoya en el constante seguimiento a la producción.

3.3.5 Tiempos actuales

Las cargas de trabajo más actuales que se tienen documentados datan del año 2018, estos son los tiempos estándar con los que actualmente trabaja la empresa. A continuación, se muestra el resumen de tiempos con suplementos:

Tabla 10:

Tiempos actuales de producción

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO ACTUAL	Tiempo min.
Proceso 1 (2 PERSONAS)	PEGADO DE GUATA-TELA	2.001
Proceso 2 (6 PERSONAS)	FUSIONADO	3.153
Proceso 3 (1 PERSONA)	COLGADO EN ETON	0.209
Proceso 4 (1 PERSONA)	CERRADO DE COSTADOS	1.828
Proceso 5 (2 PERSONAS)	VOLTEAR Y COLGAR	1.814
Proceso 6 (1 PERSONA)	ETIQUETA Y CERRADO	0.885
Proceso 7 (1 PERSONA)	PESPUNTE	1.6
Proceso 8 (2 PERSONAS)	INSPECCION Y DOBLADO	2.81
Proceso 9 (1 PERSONA)	EMPAQUE Y EMBALAJE	2.29
Total de tiempo	16.59	min.

Nota: El tiempo aplica solo para el edredón de tamaño matrimonial. Información obtenida de la empresa.

Tabla 11:

Tiempos de producción con suplementos

DIAGRAMA DE PROCESO DE FLUJO													
FECHA DE REALIZACIÓN: 15/04/2018		ESTUDIO No.: 1	HOJA : 1 DE: 1										
OPERACION: Proceso de cobertor MaxMink		DEPARTAMENTO: LSS	PIEZAS / HORA: /hora										
No	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO ACTUAL	Tiempo min.										
Proceso 1 PEGADO			2										
1	Operario	Colocar material en rodillos											
2	Operario-Maquina	Pegado de guata											
3	Transporte	Mover a corte											
Proceso 2 FUSIONADO			3.15										
1	Operario	Colocar material en rodillos											
2	Operario-Maquina	Corte a medida											
3	Operario	Pegado de Guata-borrega c/ tela china											
4	Operario	Cargar en carro											
5	Operario	Mover a Eton											
Proceso 3 COLGADO EN ETON			0.15										
1	Operario-Maquina	Colgar en eton											
Proceso 4 CERRADO DE COSTADOS			1.78										
1	Operario	Colocar tela en maquina											
2	Operario-Maquina	Cerrar costados de cobertor											
3	Operario	Quitar tela de maquina											
Proceso 5 VOLTEAR Y COLGAR			2.38										
1	Operario	Descolgar cobertor											
2	Operario	Voltear bolsa americana											
3	Operario	Doblar en 1/4											
4	Operario-Maquina	Colgar en eton											
Proceso 6 ETIQUETA Y CERRADO			0.61										
1	Operario	Colocar cobertor en maquina											
2	Operario-Maquina	Cerrado con etiqueta											
3	Operario	Quitar cobertor de maquina											
Proceso 7 PESPUNTE			1.61										
1	Operario	Colocar cobertor en maquina											
2	Operario-Maquina	Hacer pespunte											
3	Operario	Quitar cobertor de maquina											
Proceso 8 INSPECCION Y DOBLADO			2.48										
1	Operario	Descolgar cobertor del eton											
2	Operario	Extender y deshebrar											
3	Operario	Revisar cobertor											
4	Operario	Voltear y doblar											
5	Operario	Mover a mesa de empaque											
Proceso 9 EMPAQUE Y EMBALAJE			2.43										
1	Operario	Amar cajilla											
2	Operario	Empacar cobertor											
3	Operario	Amar corrugado y rotular											
4	Operario	Empacar en corrugado											
Total de tiempo		16.590	min.										
OBSERVACIONES:													
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">164</td> </tr> <tr> <td>Operación</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Operación inspección</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Inspección</td> <td>1</td> </tr> </table>				164		Operación	24	Transporte	3	Operación inspección	2	Inspección	1
164													
Operación	24												
Transporte	3												
Operación inspección	2												
Inspección	1												

Nota: El diagrama data del año 2018. Información obtenida de la empresa.

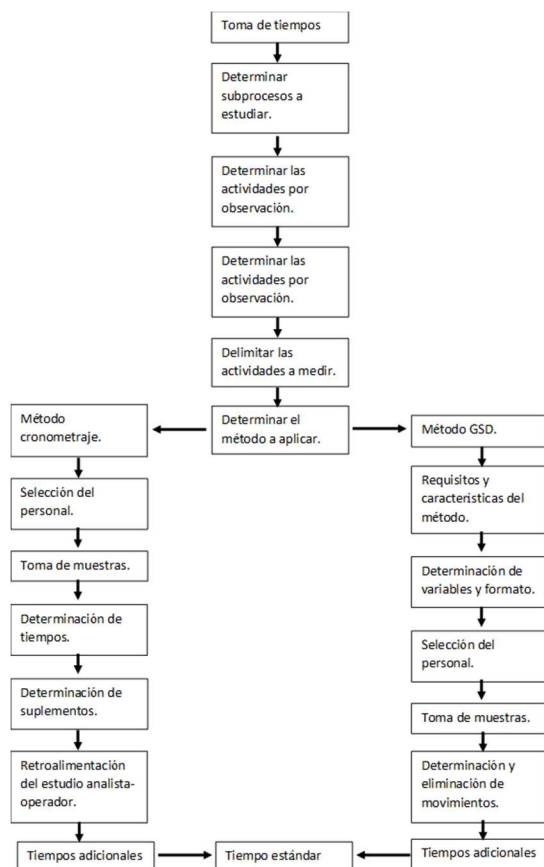
Capítulo 4: El nuevo método de trabajo

4.1 Estudio del trabajo

A continuación, se mostrará la secuencia de pasos a seguir en esta investigación para obtener los tiempos actuales de todo el proceso de fabricación, y para ellos se incluyen los métodos de cronometraje y del sistema GSD:

Figura 46:

Metodología de toma de tiempos



Nota: La toma de tiempos por cronometraje y por GSD pueden realizarse a la par, sin embargo, por el tiempo disponible se opta por aplicarlo de forma separada, donde aquellas

actividades que tomen más o igual a 5 minutos se van a cronometrar (Pegado, fusionado y empaque), y para las actividades menores a 5 minutos se aplicará el GSD (confección).

A todos los tiempos se les asignará el 15% de suplementos determinado por el área de ingeniería en años anteriores y acordado con el sindicato de la empresa. Para el caso de los procesos de confección, los tiempos fueron estimados con el sistema GSD anteriormente explicado. El método fue seleccionado por la facilidad de su aplicación, sus objetivos de estudio, y la disponibilidad de un asesor en este método para una mejor interpretación de la información.

4.1.1 Estudio de tiempos, tiempos básicos

A continuación, se muestra el resumen de los tiempos cronometrados en las diversas actividades de pegado, corte y empaque del producto, aquellos marcados en amarillo son los tiempos que exceden los límites superiores e inferiores marcados por la desviación estándar media, por lo que los tiempos con fondo blanco son los considerados en este estudio:

Tabla 12:

Propuesta, resumen de tiempos básicos de producción

Proceso	Subproceso / Actividad	Tiempos muestra (minutos)																				
		8.583	8.653	9.320	9.150	8.950	7.874	9.067	8.842	9.542	8.385	7.953										
PEGADO	MONTAJE DE TELA FLANNEL	2.890	2.270	2.170	2.490	2.470	3.102	2.343	2.683	2.572	2.301	2.930	3.203	3.010	2.852	2.294	2.502	2.793	3.003	2.682	2.957	
	DESEÑOLLAR TELAS FLANNEL PARA PROCESAR	5.674	5.824	4.645	5.834	5.592	5.802	6.158	5.630	5.917	6.338	4.727										
	MONTAJE DE GUATA	2.133	2.578	2.030	2.514	2.345	2.715	3.312	1.923	2.910	2.402	2.635	2.522	2.952	3.126	3.202	2.045	2.395	2.934	2.687	3.105	
	AJUSTE DE PARÁMETROS Y PEGAMENTO	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146
	MAQUINA EN FUNCIONAMIENTO	1.968	1.934	2.340	2.650	2.597	1.839	2.856	2.354	3.045	2.497	2.406	1.840	2.450	1.993	2.568	2.893	2.552	2.620	2.034	2.017	
	CAMBIO DE TELA GUATA	1.792	1.959	1.987	1.694	1.178	2.080	1.736	2.072	1.253	1.891	1.840	1.620	1.229	1.193	1.035	1.563	1.400	1.703	1.620	1.306	
	EMPLAYADO DE RODILLO	14.340	15.454	15.340	16.254	13.899	15.923	16.439	17.820	15.220	15.320	17.397										
	CAMBIO DE LOTE PEGADO	2.393	1.991	2.206	1.612	2.192	2.023	1.935	1.943	2.000	1.683	1.820	1.937	2.301	2.220	2.104	2.163	2.100	1.759	2.473	2.396	
	MONTAJE DE TELA PEGADA	13.684	14.040	14.200	13.420	13.172	13.450	13.880	13.629	13.810	13.050	13.940										
	MONTAJE DE TELA NO PEGADA	17.850	18.100	17.950	18.020	17.880	17.532	17.903	18.242	17.967	17.493	17.698										
FUSIONADO O CORTE	RECARGA DE HILOS DE COSTURA	2.688	2.458	2.503	1.943	2.229	2.652	2.042	2.124	2.304	2.403	1.955	2.504	2.050	2.787	2.462	2.503	2.205	1.905	2.694	2.504	
	AJUSTE DE PARÁMETROS Y DESPERDICIOS	2.351	2.790	2.550	1.892	1.902	2.201	2.252	2.783	1.992	2.502	2.602	1.950	2.940	2.760	2.420	2.166	2.655	2.395	2.684	2.463	
	MAQUINA EN FUNCIONAMIENTO	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146
	DETECCIÓN, CORTE Y REGISTRO DE PIEZAS IRREGULARES	2.450	2.670	2.590	2.604	1.974	2.404	2.345	2.185	2.645	2.730	2.230	2.295	2.458	2.832	2.539	2.533	2.682	2.204	2.793	2.319	
	CAMBIO Y VOLTEO DE TELA PEGADA	1.180	1.492	2.036	1.365	1.892	1.582	1.358	1.027	1.630	1.385	1.594	1.460	1.703	1.213	1.225	1.593	1.502	1.350	1.195	1.211	
	CAMBIO DE LOTE CORTADO	1.192	0.991	1.206	1.192	1.192	1.023	0.935	0.943	1.176	1.023	1.201	1.198	1.110	0.895	0.950	1.226	1.195	1.040	0.926	0.973	
	CAMBIO DE TELA NO PEGADA	1.574	1.583	1.842	1.602	1.505	1.938	1.747	1.396	1.830	1.496	1.305	1.678	1.683	1.536	1.724	1.369	1.528	1.582	1.854	1.962	
	MONTAJE A SISTEMA ETON	0.226	0.170	0.192	0.350	0.741	0.302	0.115	0.210	0.324	0.119	0.116	0.139	0.127	0.113	0.129	0.140	0.115	0.105	0.139	0.124	
	VOLTEADO Y DOBLAR EN 4 PARTES	0.785	0.852	1.133	1.136	0.977	0.836	0.930	0.763	0.825	0.827	1.102	1.021	0.924	1.500	1.200	0.755	0.922	0.830	1.214	1.121	
	REVISIÓN DOBLADO FINAL	1.370	1.420	0.904	1.320	1.380	1.600	1.040	0.889	1.254	1.603	1.592	0.195	1.395	1.682	1.297	1.484	1.820	0.922	1.692	1.400	
EMPAQUE, EMBALAJE Y PREPARACIÓN DE CROMOS	0.708	0.722	0.748	0.736	0.760	0.700	0.747	0.822	0.723	0.848	0.779	0.925	0.759	0.824	0.926	0.716	0.923	0.857	0.928	0.725		

Nota: Antes de realizar el promedio de los tiempos cronometrados, primero se aplica la desviación estándar, donde aquellos fuera de la distribución normal no son considerados dentro de la operación.

Tabla 13:

Aplicación de valoraciones a las operaciones

Proceso	Subproceso / Actividad	Tiempo Medio del Ciclo	TIEMPO POR PIEZA	Desviación Estándar	Límite Superior	Límite Inferior	Promedio Válido	HABILIDAD	ESFUERZO	CONSISTENCIA	CONDICIÓN	TOTAL VALORACIÓN RITMO	Tiempo básico x pieza	
PEGADO	MONTAJE DE TELA FLANNEL	8.804	0.070	0.532	9.337	8.272	0.070	+0.08	+0.10	+0.01	-0.03	1.16	0.0811	
	DESEÑOLLAR TELAS FLANNEL PARA PROCESAR	2.676	0.058	0.312	2.988	2.364	0.058	+0.06	+0.08	+0.01	+0.02	1.17	0.0683	
	MONTAJE DE GUATA	5.804	0.092	0.525	6.329	5.279	0.092	+0.06	+0.10	+0.01	0.00	1.17	0.1078	
	AJUSTE DE PARÁMETROS Y PEGAMENTO	2.632	0.200	0.411	3.044	2.221	0.200	+0.08	+0.05	+0.03	+0.02	1.18	0.2361	
	MAQUINA EN FUNCIONAMIENTO	0.127	0.507	0.000	0.127	0.127	0.507	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.5067	
	CAMBIO DE TELA FLANNEL	2.424	0.053	0.366	2.790	2.058	0.053	+0.06	+0.05	+0.01	+0.02	1.14	0.0602	
	CAMBIO DE TELA GUATA	1.717	0.130	0.324	2.041	1.392	0.130	+0.03	+0.05	0.00	+0.02	1.10	0.1435	
	EMPLAYADO DE RODILLO	15.585	0.062	1.179	16.764	14.407	0.062	+0.15	+0.10	+0.01	0.00	1.26	0.0779	
FUSIONADO O CORTE	CAMBIO DE LOTE PEGADO	2.068	0.157	0.237	2.305	1.830	0.157	+0.06	+0.05	+0.03	+0.02	1.16	0.1823	
	MONTAJE DE TELA PEGADA	13.688	0.003	0.360	14.048	13.327	0.003	+0.08	+0.10	+0.01	0.00	1.19	0.0032	
	MONTAJE DE TELA NO PEGADA	17.921	0.005	0.227	18.148	17.694	0.005	+0.08	+0.10	+0.01	0.00	1.19	0.0063	
	RECARGA DE HILOS DE COSTURA	2.382	0.021	0.274	2.656	2.108	0.021	+0.03	0.00	-0.04	+0.02	1.01	0.0213	
	AJUSTE DE TELAS Y PARÁMETROS	2.540	0.097	0.280	2.820	2.261	0.097	+0.03	0.00	0.00	+0.04	1.07	0.1033	
	MAQUINA EN FUNCIONAMIENTO	0.127	0.760	0.000	0.127	0.127	0.760	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.7600	
	DETECCIÓN, CORTE Y REGISTRO DE PIEZAS	2.505	0.207	0.228	2.733	2.277	0.207	+0.03	+0.02	-0.02	+0.02	1.05	0.2178	
	CAMBIO Y VOLTEO DE TELA PEGADA	1.466	0.032	0.252	1.719	1.214	0.032	0.00	+0.02	-0.04	-0.03	0.95	0.0304	
	DOBLEZ Y CAMBIO DE LOTE CORTADO	1.244	0.071	0.091	1.335	1.153	0.071	+0.06	+0.08	+0.01	+0.02	1.17	0.0830	
	CAMBIO DE TELA NO PEGADA	1.603	0.133	0.186	1.789	1.417	0.133	+0.06	+0.05	0.00	+0.02	1.13	0.2075	
	MONTAJE Y PROGRAMACIÓN EN SISTEMA ETON	0.171	0.171	0.148	0.319	0.024	0.171	+0.03	+0.05	0.00	-0.03	1.05	0.1799	
	EMPAQUE	VOLTEADO, DOBLAR EN 4 PARTES Y COLGADO EN ETON	1.031	2.062	0.288	1.319	0.742	2.062	+0.03	+0.05	-0.02	0.00	1.06	2.1852
		REVISIÓN DOBLADO FINAL	1.444	1.444	0.375	1.819	1.069	1.444	+0.03	+0.05	-0.04	0.00	1.04	1.5016
		EMPAQUE, EMBALAJE Y PREPARACIÓN DE CROMOS	0.769	0.769	0.081	0.850	0.688	0.769	+0.08	+0.10	+0.01	+0.02	1.21	0.9305

Nota: La valoración del ritmo de trabajo fue aplicado a todas las actividades, excepto aquellas calculadas con el GSD, para la tabla.

En base al sistema de *General Electric* para la toma de tiempos, se toman 20 muestras en las actividades menores a 4 minutos y 15 muestras a aquellas que exceden los 10 minutos y posteriormente fue aplica la valoración del ritmo de trabajo en base al sistema *Westinghouse* para determinar sus tiempos finales básicos de cada actividad.

Figura 47:

Evidencia de toma de tiempos y registro de movimientos

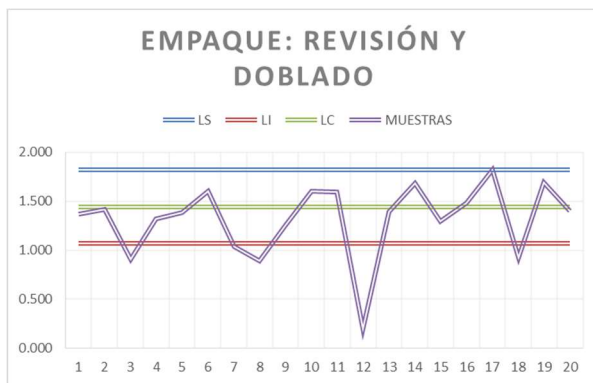
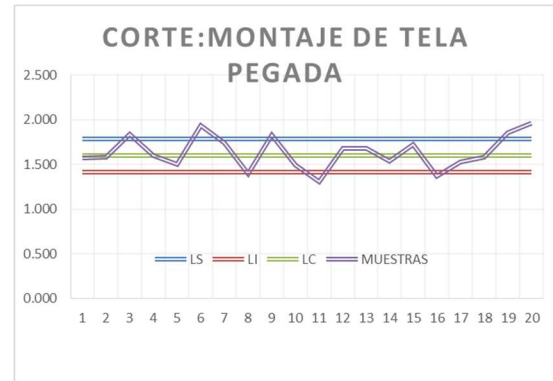
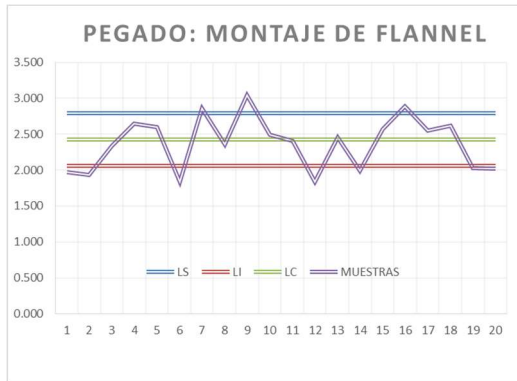


Nota: El registro se realizó a mano y directamente en las líneas de trabajo, también hubo apoyo por parte de la empresa para usar su equipo de cómputo, así como de su información.

Para una mejor visualización del comportamiento de estos tiempos, se ilustran graficas de control de una actividad de cada subproceso y se muestran a continuación:

Figura 48:

Gráficos de control de tiempos cronometrados





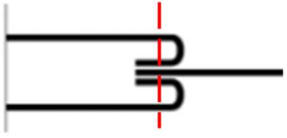
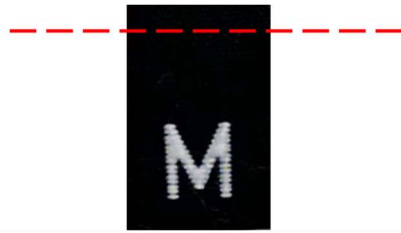
Nota: Los datos fueron recopilados de diferentes días de trabajo, los tiempos fuera de los gráficos de control no son considerados en el promedio de tiempos.

4.1.2 Estudio de Movimientos

Cronometraje GSD: A continuación, se presenta el siguiente formato GSD para determinación del tiempo estándar, así como también los diferentes códigos utilizados, sus valores en TMU y las frecuencias de cada código.

Tabla 14:

Análisis GSD etiquetado, hoja 1

ANALISIS GSD					
Producto:	MAXI MINK MK564		Nombre de operación:	Etiquetado	
Medidas PT:	2.20 * 1.80 METROS		Número de referencia de vídeo:	ETIQ1	
Descripción de operación:		Colocación de dos tiquetas de tela en la ubicación y orden especificado			
Comentarios:					
Ficha num:	1	Método:	ACTUAL	PROPUESTO	
Operario:	MARTHA	Lugar:	EDREDÓN/COBERTORES		
Elaborado por: MARCO A. VÁZQUEZ		Autorizado por:	INGENIERÍA		
Fecha:	24-may-22		Fecha:	24-may-22	
DATOS DE LA MAQUINA					
Maquina:	RECTA 1 AGUJA		Puntada	RECTA	
RPM:	4200				
PPP:	6				
Accesorios:	RODAMIENTO PARA PRENSAR Y ARRASTRAR TELA HACIA FUERA DE LA COSTURA				
DATOS DEL ÁREA Y TIPO DE CONFECCIÓN					
Área de trabajo			Distribución del lugar de trabajo		
					
Estructura de la costura:			Patron de la puntada		
					
CÁLCULO DE TIEMPOS					
CONCEPTOS	TMU	SEGUNDOS	% HOLGURA	T. ESTANDAR (seg)	
Tiempo de maquina:	22.095	16.2754		0.7954	
Tiempo operario:	430	%suplementos:	15%	15.48	
Total TMU	452.095	%incidencias:	0%		
% T. Manual:		total	15%	16.2754	
Núm. de costuras:		2	TOTAL S.A.M. por pieza	18.7167	
Núm. de capas:			Factor de alta velocidad (HSF):	4	
Longitud de costura (LOS):		11.5	Factor de guía y tensión (GTF):	1.2	
Factor de conversión TMU		0.036	Precisión de parada (p):	9	
Constante TMU para mov. Pie		17			
CAPACIDADES DE PIEZAS POR TURNO Y OPERADOR					
PRODUCCIÓN ESTÁNDAR	CONCEPTO	HORA	DÍA NORMAL 100%	DÍA PESIMISTA 80%	SEMANA L-V
	PIEZAS	192	1731	1385	8655

Nota: En la aplicación del GSD se toma en cuenta el tipo de máquina más utilizada.

Tabla 15:

Análisis GSD etiquetado, hoja 2

Códigos GSD			
CATEGORÍAS	ELEMENTOS	CODIGO	TMU
1 2 3 4 5 6	Obtener y hacer coincidir la pieza o piezas	Hacer coincidir y colocar dos piezas juntas	MG2T 76
		Hacer coincidir y colocar dos piezas por separado	MG2S 107
		Hacer coincidir la(s) pieza(s) con el prensatelas	FOOT 38
		Hacer coincidir y agregar piezas con una mano (facil)	MAPE 50
		Hacer coincidir y agregar piezas con una mano	MAP1 56
		Hacer coincidir y agregar piezas con las dos manos	MAP2 69
7 8 9 10	Alinear y ajustar	Alinear o ajustar una piezas	AM2P 61
		Alinear o ajustar dos piezas	AJPT 43
		Alinear y reposicionar la unidad bajo el prensatelas	ARPN 75
		Alinear o ajustar pieza(s) al deslizarla(s)	APSH 24
11 12 13	Crear formas	Formar pliegues	FFLD 43
		Formar rayas en piezas partes dobladas	FGRS 28
		Deshacer dobleces o trazados	FUNF 23
14 15 16 17	Recortar y uso de herramientas	Recortar-cortar con tijera (1")	TCUT 50
		Recortar-realizar corte adicional con tijera	TCAT 25
		Recortar-cortar hilos con una hoja afilada	TBLD 33
		Recortar-separar piezas con tijera	TDCH 49
18 19	Colocar aparte	Descartar piezas (deslizamiento)	APSH 24
		Dejar piezas a un lado con una mano	AS1H 23
20 21 22 23 24 25	Manejar maquina	Dejar piezas a un lado con las dos manos	AS2H 42
		Coser 1/2 pulgada - parada aproximada	MS1A 17
		Coser 1/2 pulgada - parada exacta	MS1B 26
		Coser 1/2 pulgada - parada precisa	MS1C 37
		Girar volante de la maquina para levantar o bajar la aguja	MHDW 46
		Palanca de la maquina para hilvanar al principio	MBTB 34
26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37	Datos de obtener y colocar	Palanca de la maquina para hilvanar al final	MBTE 37
		Tomar la pieza con una mano (facil)	GP1E 14
		Tomar la pieza con una mano	GP1H 20
		Tomar la pieza con las dos manos	GP2H 33
		Contactar solo con la pieza	GPCO 9
		Tomar la pieza de la otra mano	GPOH 6
		Tomar la pieza al ajustar el asimiento	GPAG 10
		Colocar la pieza con una ubicación aproximada	PPAL 10
		Colocar la pieza con la otra mano	PPOH 6
		Colocar la pieza en la pila	PPST 14
		Colocar la pieza en su sitio una vez	PPL1 27
38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48	Elementos adicionales MTM	Colocar la pieza en su sitio dos veces	PPL2 47
		Movimiento del pie o movimiento corto de la pierna	F 9
		MTM(dispositivos automaticos)	
		Dar un paso para mover el cuerpo	P 18
		Inclinarse (y levantarse)	B 61
		Agacharse	BD 29
		Levantarse luego de estar agachado	AB 32
		Sentarse	SIT 35
		Pararse	STD 44
		Accion del ojo	E 7
		Girar manivela	C 15
		Volver asir	R 6
Aplicar presión	A 14		

Nota 1: HSF: RPM/1000
 Nota 2: GTF: N = Nulo = 1.0
 L = Bajo = 1.1
 M = Medio = 1.2
 H = Alto = 1.4
 Nota 3: p: A = 0 TMU
 B = 9 TMU
 C = 20 TMU

430

Nota: Considere a la secuencia como los movimientos que realiza el operador paso a paso para realizar su actividad, además se puede observar marcado en verde los TMU tomados en cuenta según el movimiento ejecutado, así como el número de repeticiones (frecuencia).


4.1.3 Nuevos tiempos estándar

A los tiempos básicos se le asignan los suplementos correspondientes para obtener el tiempo estándar de cada actividad y subprocesos, a continuación, se muestra los tiempos estándar propuestos:

Tabla 16:

Propuesta nuevos tiempos estándares

Subproceso	Condiciones	Metros por turno	PZS	Unidad de empaque
PEGADO	15 METROS PEGADOS POR MINUTO (METROS)	609.5	320.79	6 PIEZAS POR BULTO
FUSIONADO O CORTE	15 METROS CORTADOS POR MINUTO (METROS)	521.0	274.191	
CONFECCIÓN	COSTURA DE LAS PIEZAS (COSTURERA)	183.6	183.6	
EMPAQUE	BULTOS CON 6 PIEZAS EN EMPAQUE INDIVIDUAL (EMPACADORA)	101.7	101.697	

PROCESO	SUBPROCESO / ACTIVIDAD	Tiempo Básico (min)	TIEMPO ESTÁNDAR					TIEMPO POR PROCESO
			SUPL.	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo		
PEGADO	MONTAJE DE TELA FLANNEL	0.081	1.15	0.1667	0.02	0.0155	0.093	 <p>BULTO DE 6 PIEZAS</p>
	DESENCOLLAR TELAS FLANNEL PARA PROCESAR	0.068	1.15	0.1667	0.01	0.0229	0.078	
	MONTAJE DE GUATA	0.108	1.15	0.1667	0.02	0.049	0.124	
	AJUSTE DE PARÁMETROS Y PEGAMENTO	0.236	1.15	0.1667	0.05	0.095	0.271	
	MAQUINA EN FUNCIONAMIENTO	0.507	1.15	0.1667	0.10	0.192	0.583	
	CAMBIO DE TELA FLANNEL	0.060	1.15	0.1667	0.01	0.203	0.069	
	CAMBIO DE TELA GUATA	0.144	1.15	0.1667	0.03	0.231	0.165	
	EMPLAYADO DE RODILLO	0.078	1.15	0.1667	0.01	0.246	0.090	
	CAMBIO DE LOTE PEGADO	0.182	1.15	0.1667	0.03	0.281	0.210	
SUBTOTAL							0.281	1.683
FUSIONADO	MONTAJE DE TELA PEGADA	0.003	1.15	0.1667	0.001	0.001	0.004	<p>MAQUINA</p> <p>34.61%</p> <p>OPERADOR</p> <p>65.39%</p>
	MONTAJE DE TELA NO PEGADA	0.006	1.15	0.1667	0.001	0.001	0.007	
	RECARGA DE HILOS DE COSTURA	0.021	1.15	0.1667	0.004	0.004	0.024	
	AJUSTE DE TELAS Y PARÁMETROS	0.103	1.15	0.1667	0.020	0.020	0.119	
	MAQUINA EN FUNCIONAMIENTO	0.760	1.15	0.1667	0.146	0.146	0.874	
	DETECCIÓN, CORTE Y REGISTRO DE PIEZAS	0.218	1.15	0.1667	0.042	0.042	0.250	
	CAMBIO Y VOLTEO DE TELA PEGADA	0.030	1.15	0.1667	0.006	0.006	0.035	
	DOBLEZ Y CAMBIO DE LOTE CORTADO	0.083	1.15	0.1667	0.016	0.016	0.095	
	CAMBIO DE TELA NO PEGADA	0.307	1.15	0.1667	0.059	0.059	0.354	
	MONTAJE Y PROGRAMACIÓN EN SISTEMA ETON	0.180	1.15	0.1667	0.034	0.034	0.207	
SUBTOTAL							0.034	1.969
CONFECCIÓN	CERRADO	1.232	1.00	0.1667	0.205	0.205	1.232	<p>MAQUINA</p> <p>44.38%</p> <p>OPERADOR</p> <p>55.62%</p>
	ETIQUETADO	0.312	1.00	0.1667	0.052	0.257	0.312	
	PESPUENTE	1.397	1.00	0.1667	0.233	0.490	1.397	
SUBTOTAL							0.490	2.941
EMPAQUE	VOLTEADO	2.185	1.15	0.1667	0.419	0.419	2.513	<p>REDUCCIÓN DEL</p> <p>28.25%</p>
	REVISIÓN	1.502	1.15	0.1667	0.288	0.288	1.727	
	EMPAQUE	0.931	1.15	0.1667	0.178	0.178	1.070	
	SUBTOTAL							

TIEMPO CICLO	0.98	Minutos
PRODUCCIÓN POR HORA	10.17	Bultos
PRODUCCIÓN POR JORNADA	91.50	Bultos
PRODUCCIÓN AL MES	1830.09	Bultos

POR LÍNEA

Nota: Los tiempos no consideran las mejoras propuestas en esta investigación, solo se considera el tiempo que debe durar el proceso actual.

En la imagen de los tiempos estándar se puede también observar que existe una diferencia del 28.25%, respecto a los tiempos anteriores, demostrado que se tiene una mejor capacidad en las líneas de producción y que es un proceso mejorable.

4.2.7 Balanceo de líneas

En base a los tiempos propuestos se genera el siguiente balanceo de líneas:

Tabla 17:

Balanceo de líneas

Actividad	Tiempo estándar/ Unidad (min)	Índice de producción (pzs / min)	NO	NOA	TAREAS / OP	Operadores teóricos	Operadores reales	pzs x hora teóricas	pzs x hora reales	Capacidad diaria	Eficiencia plificada
MONTAJE DE TELA FLANNEL	0.09321	2.03	0.190	0.190	1,2	3.423	3.5	122	125	5793.1255	100%
DESENROLLAR TELAS FLANNEL PARA PROCESAR	0.07849	2.03	0.160	0.349	1,2					6880.0565	
MONTAJE DE GUATA	0.12395	2.03	0.252	0.601	1,2					4356.4295	
AJUSTE DE PARÁMETROS Y PEGAMENTO	0.27149	2.03	0.552	1.153	3,4					1989.0058	
MAQUINA EN FUNCIONAMIENTO	0.58267	2.03	1.185	2.338	1,3,4					926.7735	
CAMBIO DE TELA FLANNEL	0.06926	2.03	0.141	2.479	1,2					7796.7189	
CAMBIO DE TELA GUATA	0.16504	2.03	0.336	2.815	1,2					3271.8639	
EMPLAYADO DE RODILLO	0.08961	2.03	0.182	2.997	1,2,3,4					6025.7965	
CAMBIO DE LOTE PEGADO	0.20961	2.03	0.426	3.423	1,2					2576.1661	
MONTAJE DE TELA PEGADA	0.00368	2.03	0.007	3.430	1,2,5,6,8,9					146593.0959	
MONTAJE DE TELA NO PEGADA	0.00723	2.03	0.015	3.445	1,2,5,6,8,9	74642.5412					
RECARGA DE HILOS DE COSTURA	0.02448	2.03	0.050	3.495	5,6	22057.4005					
AJUSTE DE TELAS Y PARÁMETROS	0.11878	2.03	0.242	3.736	8,9	4546.1923					
MAQUINA EN FUNCIONAMIENTO	0.87400	2.03	1.777	5.514	5,6,7,8,9	617.8490					
DETECCIÓN, CORTE Y REGISTRO DE PIEZAS	0.25044	2.03	0.509	6.023	5,6,7,8,9	2156.2457					
CAMBIO Y VOLTEO DE TELA PEGADA	0.03492	2.03	0.071	6.094	5,6,7	15464.0259					
DOBLEZ Y CAMBIO DE LOTE CORTADO	0.09543	2.03	0.194	6.288	7,10	5658.8796					
CAMBIO DE TELA NO PEGADA	0.35358	2.03	0.719	7.007	5,6,7,10	1527.2338					
MONTAJE Y PROGRAMACIÓN EN SISTEMA ETON	0.20689	2.03	0.421	7.428	10	2610.0923					
CERRADO	1.23240	2.03	2.506	9.934	11,12,13	438.1693					
ETIQUETADO	0.31195	2.03	0.634	10.568	19	1731.0704					
PESPUNTE	1.39669	2.03	2.840	13.408	20,21,22	386.6282					
VOLTEADO	2.51304	2.03	5.110	18.518	14,15,16,17,18	214.8795					
REVISIÓN	1.72680	2.03	3.511	22.029	23,24,25,26	312.7170					
EMPAQUE	1.07008	2.03	2.176	24.205	14,10,25,26	504.6358					
TOTAL OPERADORES						24.205	26				
T. producción disponible (min)	540	min									
Producción diaria requerida	1098	pzs									

Nota: La distribución de tareas se realiza considerando los tiempos y la proximidad del operador con el puesto de trabajo.

El balanceo de líneas fue elaborado en base a los tiempos estándar propuestos, además de que en base a la experiencia en el área de trabajo se decide ajustar el número real de operadores al óptimo considerando la utilización del Lay Out propuesto y de una mejor distribución de tareas para los operadores auxiliares que trabajarán con las máquinas de pegado y fusionado.

4.2.8 Simulador de carga de trabajo

En la gestión de proyectos la simulación aporta la cantidad de actividades que puede realizar un operador o subproceso sin provocar irregularidades en las demás partes del proceso, por lo que se trabaja con un formato para uso de la empresa, este es una modificación de otro de su misma propiedad, sin embargo ahora se consideran las diferentes funciones de cada operador y los subprocesos de pegado y fusionado con los tiempos separados por máquina y por operador, Dicho formato se muestra a continuación:

Tabla 18:

Propuesta de carga de trabajo

CARGA DE TRABAJO MK564							Fecha Hora Usuario	Marco A.
Artículo:	MATRIMONIAL			Standar Pack:	6	Mes:	MAYO	
Departamento:	INGENIERÍA			Cajas / día:	183	Programa:	1,098.1	
Fecha de emisión:	26/03/2022			Piezas / día:	1098	Días:	1	
Fecha de cambio:	26/03/2022			Talla / Medida:	2.20		1.80	
Nivel:	N1			Turno:	1	2	3	
Clase:	MK564			Minutos:	540	0	0	
Procesos Principales								
Secuencia	Descripción	Operario	Máquina	Tiempo Estándar	Piezas MIN 60	Piezas MIN 540	# OPERADORES	
FUNCIONES CORTE INDIVIDUAL								
00010		CORTADOR(A)	N/A					
00020		CORTADOR(A)	N/A					
00030		CORTADOR(A)	MINI CORTADORA					
00040		CORTADOR(A)	N/A					
				0.00			0.00	
FUNCIONES CONFECCIÓN								
00050	CERRADO	COSTURERA	RECTA	1.232	48.69	438.17	2.51	
00060	ETIQUETADO	COSTURERA	KANSAI	0.312	192.34	1731.07	0.63	
00070	PESPUNTE	COSTURERA	RECTA	1.397	42.96	386.63	2.84	
				2.94			5.98	
FUNCIONES EMPAQUE								
00090	VOLTEADO	AUXILIAR GENERAL DIR	N/A	2.513	23.88	214.88	5.11	
00100	REVISADO Y DOBLADO	AUXILIAR GENERAL DIR	N/A	1.727	34.75	312.72	3.51	
00120	EMPAQUE PRIMARIO Y SECUNDARIO	AUXILIAR GENERAL DIR	N/A	1.070	56.07	504.64	2.18	
				5.31			10.80	
SUBTOTAL CORTE INDIVIDUAL+CONFECCIÓN+EMPAQUE MIN:				8.2510	SUBTOTAL OP:		17	
Otros Procesos								
Secuencia	Descripción	Operario	Máquina	Tiempo Estándar	Piezas MIN 60	Piezas MIN 540	# OPERADORES	
FUNCIONES PEGADO								
00130	TIEMPO MAQUINA (VELOCIDAD DE 13mXmin)	AUXILIAR GENERAL DIR	PEGADORA	0.5827	102.974828	926.773455	1.185	
00140	TIEMPO OPERADOR	AUXILIAR GENERAL DIR	PEGADORA	1.1007	54.5117186	490.605468	2.238	
				1.68			3.42	
FUNCIONES CORTE TENDIDO								
00150		CORTADOR(A)						
00160		CORTADOR(A)						
00170		CORTADOR(A)						
				0.00			0.00	
FUNCIONES FUSIONADO								
00180	TIEMPO MAQUINA (VELOCIDAD DE 13mXmin)	AUXILIAR GENERAL SUB	FUSIONADORA	0.8740	68.6498856	617.84897	1.777	
00190	TIEMPO OPERADOR	AUXILIAR GENERAL SUB	FUSIONADORA	1.0954	54.7729908	492.956917	2.227	
				1.97			4.00	
SUBTOTAL PEGADO+TENDIDO+FUSIONADO MIN:				3.6528	SUBTOTAL OP:		7.43	
TOTAL MIN:				11.9037	TOTAL OP:		24.205	

Nota: La toma de tiempos por actividad proporciona la información suficiente para conocer si es posible manejar los datos de forma agrupada o no, en este caso se desagrupan los tiempos para manejarlos por tiempos máquina y tiempo operador.

Pensando en que la temporada de cobertores se debe trabajar desde meses antes, se propone fabricar 1098 piezas considerando el mismo número de operadores actual.

4.2 Propuestas de mejora

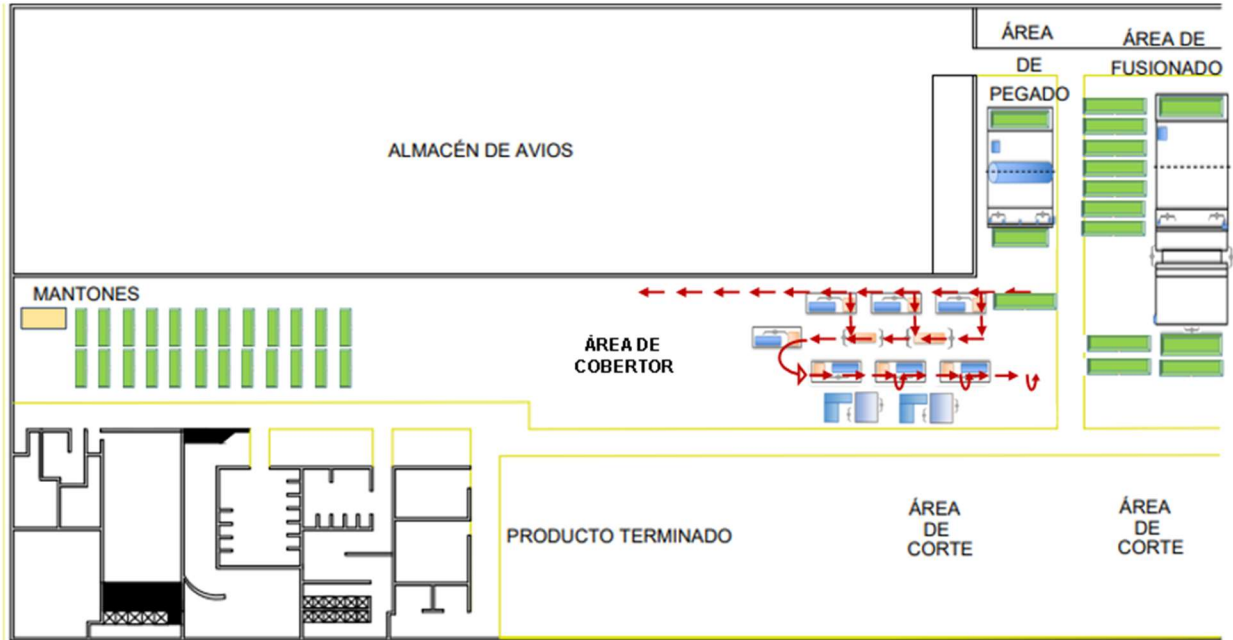
Las siguientes propuestas se establecen bajo las deficiencias observadas en el proceso actual, su relación con el estudio de tiempos y movimientos es comparar el antes y después de la aplicación de estas mejoras, y tienen la finalidad de alcanzar las metas de producción de forma más rápida hasta el punto de rebasarse, pero ante la falta de tiempos para su aplicación solo se establecerán las bases de estas ideas.

4.1.1 Lay Out propuesto

El recorrido que se realiza para el transporte de la materia prima, así como del producto terminado por cada proceso es redundante, ocasionando que se tengan que recorrer grandes distancias con un peso aproximado de 210.62KG de producto, datos cuantificados por el historial de kilogramos de entrada de este producto del área de registros y de la recopilación de pesos de cada tina, por lo que es necesario un cambio en la distribución de las máquinas y del personal antes de la toma de los nuevos tiempos de producción. A continuación, se muestra el Lay Out y el flujo general del material propuesto.

Figura 49:

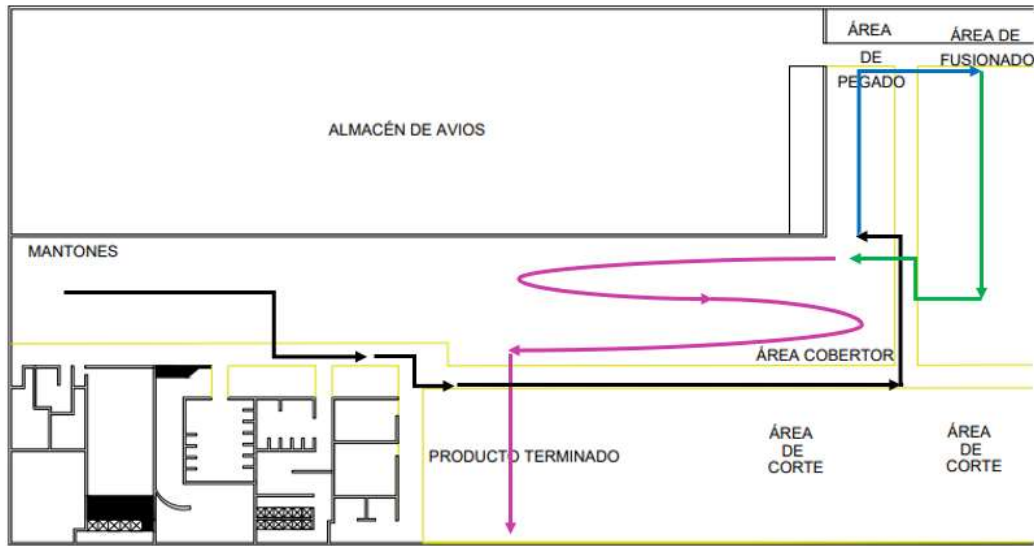
Propuesta de Lay Out de producción.



Nota: Se considera la alimentación eléctrica de ambas máquinas, donde la máquina pegadora podría obtenerla desde el suministro de energía de la máquina fusionadora o del área de avíos. Solo se contempla la fabricación del edredón.

Figura 50:

Propuesta de diagrama de recorrido general del material



Nota: El recorrido se considera desde la entrada de las telas nacionales e importadas hasta la entrega de las piezas terminadas.

4.1.2 Características de la Tela

Debido a que las telas deben pasar por un proceso automático es necesario que estas cumplan con un mínimo de longitud en el ancho para cumplir con las medidas de producto terminado, y que las 3 telas coincidan lo más posible en esta longitud desperdiciando el mínimo, esto se realiza debido a que, en base al costo actual, la tela es el material con el mayor porcentaje de aportación al precio.

La tela flannel y bisón debe ser considerada con un ancho promedio de 2.30 metros con 180gr/m^2 de densidad, mientras que la tela guata se propone un ancho de 2.30 metros y para disminución del costo y por capacidad del proveedor en una densidad de 75gr/m^2 .

4.1.3 Recepción de mantones


El avance de la tecnología ha propiciado que se pueda dar seguimiento a los procesos de producción y se hagan registros de forma automática en los formatos establecidos por cada empresa, tal es el impacto positivo de este factor que ha llegado a aumentar la productividad hasta alrededor del 80% según diversas fuentes acerca de la elaboración de macros, y es debido a eso que se propone la utilización de esta tecnología mediante códigos QR (Quick Response / Respuesta rápida) y las herramientas de escaneo para aumentar la velocidad del registro para dar entradas a los materiales solicitados. A continuación, se muestra una imagen cercana del formato propuesto de identificación de mantón por escanear y lo que se visualizará en sistema inteligentes una vez escaneado este código:

Figura 51:

Propuesta de formato de identificación de mantones

IDENTIFICADOR DEL MANTÓN	SKU PT DESCRIPCIÓN SKU TAP DESCRIPCIÓN SKU TEP DESCRIPCIÓN	XXX XXXX XXX XXXXXXXXXXXXX XXX XXXX XXX XXXXXXXXXXXXX XXX XXXX XXX XXXXXXXXXXXXX
DATOS DE TELA	ANCHO TEÓRICO DENSIDAD TEÓRICA ANCHO REAL DENSIDAD REAL	2.3 METROS 180 gr/m2 2.32 METROS 178 gr/m2
# DE OP.		
# LOTE TEXTIL		
# DE ROLLOS POR LOTE		
# DE ROLLO		
OBSERVACIONES DE CALIDAD		

QR SOLO PARA REGISTROS DE MATERIAL



QR DE INFORMACIÓN PARA PRODUCCIÓN



¿Cómo leer un código QR?



Nota: Se considera la base de datos y la actualización constante de la información por el departamento de Ingeniería y de Calidad. Imágenes obtenidas de la web

Este formato será impreso desde la planta textil perteneciente a la misma empresa y solo será aplicable para los mantones que ahí se producen. Este sustituirá el formato principal que se tiene generado y se mantendrá el mismo procedimiento de identificación de mantones anterior.

El formato conservará dos códigos QR, uno para ser escaneado por el área de registros y que llenará automáticamente los datos generales del mantón en el WIP y en el sistema ERP, además de que se planea que aún se puedan ingresar datos de forma manual e incluso puedan modificarse en caso de errores de identificación.

Para el segundo código QR este será escaneado por todo el personal de la empresa que lo requiera y podrá visualizarse su contenido desde el dispositivo con el que se escaneó, arrojando la información de la tela y del producto terminado a fabricar. A continuación, se muestra una ilustración del primer interfaz de esta propuesta:

Figura 52:

Propuesta de interfaz de presentación QR

SKU PT DESCRIPCIÓN	XXX XXXX XXX MAXI CABALLOS
-----------------------	-------------------------------

	SKU TAP	XXX XXXX XXX	
	DESCRIPCIÓN	TAP XXXXXXXXXXXXX	
	ANCHO TEÓRICO	2.3 METROS	
	DENSIDAD TEÓRICA	180 gr/m2	
	MEDIDAS PT	MATRIMONIAL (220X180CM)	
	CONFECCIÓN:	SACO AMERICANO	
	BORDADOS:	N/A	
	TIEMPOS DE PRODUCCIÓN POR PIEZA (min)		
	RUTA DEL PRODUCTO	PEGADO	1.68
		FUSIONADO	1.97
CONFECCIÓN		2.94	
EMPAQUE		5.31	

Nota: Las imágenes solo serían de referencia y es recomendable la utilización de la red empresarial donde los documentos puedan consultarse como imágenes o en formato PDF (*Portable Document Format / Formato de documento portátil*) para su impresión.

La información será aprovechada no solo por el operador que inspecciona el material, sino también para el área de cortes y producción para la identificación física del producto a medida que avanza en su proceso de producción.

Esta propuesta abarcará solo hasta la recopilación de la información a arrojar por parte del nuevo sistema tecnológico y la entrega de las ilustraciones generales del sistema a los departamentos participantes para la creación de dicha propuesta.

4.1.4 Proceso de pegado

La máquina pegadora será reubicada para que se trabaje en conjunto con la máquina fusionadora, de esta manera se estará disminuyendo la distancia recorrida en el transporte del material pegado hacia la fusionadora y los operadores auxiliares podrán estar trabajando en ambas áreas (pegado y fusionado) con los materiales a procesar y los ya terminados.

A su vez se realiza un ejercicio SMED (*Single Minute Exchange of Die / Cambio de matriz* en menos de 10 min) con base a las actividades realizadas en ambas máquinas para determinar aquellas que pueden realizarse sin detener la producción, además de establecer los roles de trabajo de cada operador. La propuesta quedará fuera de los tiempos propuestos de producción debido a la falta de recursos para su aplicación, pero se establece a continuación la siguiente propuesta:

Tabla 19:

Propuesta SMED Pegadora

Análisis SMED para reducción de tiempos de PARO DE MAQUINA											
Montajes multiples											
FECHA:											
Area: PEGADO DE TELAS											
No.	Operación de cambio	Operadores				1.- DAYANA 2.- ISABEL	3.- Auxiliar 1 4.- Auxiliar 2	Clasificación del cambio			Comentario
		1	2	3	4			Tiempo STD	Tiempo Acumulado	Interno	
1	Paro de máquina	1	1			0.000	0.000				
2	Desempacar y desenrollar tela			1	1	0.058	0.058				
3	Cambio de tina vacía por tina con material nuevo.	1	1	1	1	0.013	0.070				El 3er operador realiza las preparaciones
4	Costura de tela flannel con la tela anterior.	1	1			0.028	0.098				
5	Inspección del montaje y arranque de máquina	1	1			0.010	0.109				El 3er operador realiza las inspecciones
SUBTOTAL:							0.109				
6	Paro de máquina	1	1			0.000	0.109				
7	Desmontaje de rollo vacío	1	1	1	1	0.041	0.150				
8	Desempaque y montaje de tela guata	1	1			0.091	0.241				El 3er operador realiza las inspecciones
9	Inspección del montaje y arranque de máquina	1	1			0.033	0.274				
SUBTOTAL:							0.274				
10	Paro de máquina	1	1			0.000	0.274				No es necesario apagar máquina
11	Desempaque del pegamento	1	1	1	1	0.041	0.314				El 3er operador realiza todo el proceso de ajuste de niveles
12	Apertura del calentador	1	1			0.027	0.341				
13	Agregar pegamento y cerrado de calentador	1	1			0.149	0.491				
14	Inspección del cambio, ajustes y arranque de máquina	1	1			0.054	0.545				Solo inspeccionar montaje
SUBTOTAL:							0.545				
15	Paro de máquina y desmontaje de tela flannel	1	1			0.016	0.561				
16	Inspección de máquina y herramientas	1	1	1	1	0.024	0.585				Se capacita al operador para la actividad
17	Desempacar y desenrollar tela flannel	1	1	1	1	0.033	0.618				
18	Transportación de material	1	1	1	1	0.017	0.635				El 3er operador realiza las preparaciones
19	Montaje de tela flannel en toda la máquina	1	1	1	1	0.029	0.664				
20	Inspección del montaje, ajustes y arranque de máquina	1	1			0.013	0.677				
SUBTOTAL:							0.677				
21	Paro de máquina y desmontaje de tela guata	1	1			0.017	0.695				
22	Inspección de máquina y herramientas	1	1	1	1	0.027	0.722				Se capacita al operador para la actividad
23	Desempacar y desenrollar tela guata	1	1	1	1	0.019	0.741				
24	Transportación de material	1	1	1	1	0.012	0.753				El 3er operador realiza las preparaciones
25	Montaje de tela guata en toda la máquina	1	1	1	1	0.033	0.787				
26	Inspección del montaje y arranque de máquina	1	1			0.015	0.801				
SUBTOTAL:							0.801				
27	Paro de máquina y apertura de rodillos	1	1			0.012	0.813				
28	Desempeño de rodillos	1	1	1	1	0.015	0.828				Oportunidad de mejora para montaje alternativo
29	Limpieza y revisión de rodillos	1	1	1	1	0.022	0.851				
30	Empleado de rodillos	1	1	1	1	0.027	0.878				Oportunidad de mejora para montaje alternativo
31	Arranque de máquina e Inspección de pegado	1	1	1	1	0.013	0.891				
SUBTOTAL:							0.891				
32	Paro de máquina	1	1			0.000	0.891				No es necesario apagar máquina
33	Descoser telas	1	1			0.027	0.918				Se capacita al 3er operador para realizar la actividad
34	Registro de lote pegado e identificación de rollo	1	1	1	1	0.057	0.975				
36	Transportación de material	1	1	1	1	0.094	1.069				
37	Inspección del intercambio y arranque de máquina	1	1			0.031	1.101				Solo inspeccionar
TOTALES		35	35	18	18	0.210	1.101	0.24	0.7258	0.13	

Tiempo Total	0.967
Desperdicio Total	0.1336

Observaciones:	
----------------	--

Equipo:	Ingeniería, Calidad y Producción
Líder:	Ingeniería

Maquina en funcionamiento	0.583	34.61%
Desmontar viejo	0.151	8.97%
Montar nuevo	0.535	31.77%
Herramientas y máquina	0.051	3.04%
Registros y ajustes	0.057	3.36%
Transportación	0.137	8.12%
Inspecciones y arranque	0.170	10.13%
TOTAL:	1.683	100.00%

Nota: Se considera la información recopilada por el estudio del trabajo sin aplicación de las propuestas de mejora.

La herramienta ANDON es ideal que se agregue en esta máquina para hacer un llamado visual y auditivo a los supervisores encargados de la máquina y se indague más en las incidencias causantes de los paros de producción, este sería colocado al frente de la máquina y emitiría los 3 colores del semáforo, donde el verde indicaría una máquina en funcionamiento, el amarillo la suspensión de la producción y la señal roja el alto total de la máquina.

Figura 53:

Propuesta sistema Andon en máquina pegadora



Nota: La imagen es un montaje y el sistema solo se aplicaría en esta máquina ya que la fusionadora ya lo tiene incluido.

Por último, la mejora tecnológica puede aplicarse a corto plazo en la máquina pegadora con la inclusión de un sistema que proporcione la información para su análisis, poniendo como ejemplo el sistema de la máquina fusionadora, donde se exporta un resumen de los parámetros ajustados, las fallas de máquina, así como el tiempo y número de paros durante el turno, por lo que no es necesario establecer un nuevo software ya que se cuenta con el ejemplo de la máquina fusionadora.

4.1.5 Proceso de fusionado

Se establece una nueva distribución de tareas y de número de personal en base al Lay Out y el balanceo de líneas elaborado con los tiempos propuestos, esto mostrándose a continuación de manera resumida en el SMED del fusionado:

Tabla 20:

Propuesta SMED Fusionado

Análisis SMED para reducción de tiempos de PARO DE MAQUINA														
Montajes multiples														
Area PEGADO DE TELAS														
FECHA: 15/02/2023														
No.	Operación de cambio	Operadores						1.-IDULIA	4.-Auxiliar	Clasificación del cambio			Comentario	
		2.-Auxiliar	3.-Auxiliar	5.-Auxiliar	6.-Auxiliar	Interno	Externo			Desperdicio				
		1	2	3	4	5	6	7	Tiempo STD	Tiempo Acumulado				
Montaje de tela pegada	1) Paro de maquina	X	X						0.0000	0.000				
	2) Inspección de maquina y herramientas	X	X	X					0.0052	0.005				
	3) Recepción de orden de corte	X	X						0.0010	0.006				Solo producir con las ordenes o autorizaciones
	4) Ubicar y voltear telas pegadas	X	X	X	X				0.0021	0.008				Operación no necesaria
	5) Transportación de material			X	X				0.0021	0.010				Acoratar distancia y determinar ubicaciones
	6) Montaje de tela pegada en toda la maquina	X	X	X	X	X			0.0062	0.017				
	7) Inspección del montaje, ajustes y arranque de maquina	X	X	X	X	X			0.0041	0.021				
	SUBTOTAL:								0.0207	0.021				
Montaje de tela no pegada	8) Paro de maquina	X	X						0.0000	0.021				
	9) Inspección de maquina y herramientas	X	X	X					0.0061	0.027				
	10) Recepción de orden de corte	X	X						0.0012	0.028				Solo producir con las ordenes o autorizaciones
	11) Desempacar telas no pegadas	X	X	X	X				0.0024	0.030				
	12) Transportación de material			X	X				0.0024	0.033				Acoratar distancia y determinar ubicaciones
	13) Montaje de tela no pegada en toda la maquina	X	X	X	X	X			0.0073	0.040				
14) Inspección del montaje, ajustes y arranque de maquina	X	X	X	X	X			0.0048	0.045					
	SUBTOTAL:								0.024	0.045				
Recarga de hilos de costura	15) Paro de maquina	X	X						0.000	0.045				
	16) Intercambio de conos			X	X				0.015	0.060				Disminuir tiempo eliminando montajes innecesarios
	17) Montaje de conos faltantes			X	X				0.020	0.080				
18) Inspección, ajustes de sensores y arranque de maquina	X	X	X	X				0.006	0.086					
	SUBTOTAL:								0.041	0.086				
Ajuste de parámetros y desperdicios	19) Inspección y ajustes de maquina	X	X	X	X				0.015	0.101				Recolección automática se puede ajustar la maquina para desperdicios
	20) Recolección y pesaje de desperdicios					X	X		0.055	0.157				
	21) Registros y arranque de maquina					X	X		0.030	0.187				
	SUBTOTAL:								0.100	0.187				
Detección corte y registros de piezas irregulares	22) Paro de maquina	X	X						0.000	0.187				
	23) Aviso de incidencias a calidad	X	X	X	X				0.010	0.197				Solo defectos criticos de tela u ocasionados por la máquina
	24) Corte de defectos	X	X	X	X	X	X		0.052	0.249				
	25) Inspección y ajustes de maquina	X	X	X	X				0.018	0.267				
	26) Registro de material irregular y arranque de maquina	X	X	X	X	X	X		0.020	0.287				Producción por orden de compra y rollo de tela
		SUBTOTAL:								0.100	0.287			
Cambio y volteo de tela pegada	27) Paro de maquina	X	X						0.000	0.287				
	28) Recepción de orden de corte	X	X						0.003	0.290				Solo producir con las ordenes o autorizaciones
	29) Ubicar y voltear telas pegadas	X	X	X	X				0.009	0.299				Operación no necesaria
	30) Transportación de material			X	X				0.004	0.303				Acoratar distancia de recorrido
	31) Costura o unión de telas pegadas			X	X	X			0.022	0.325				
	32) Inspección del montaje, ajustes y arranque de maquina	X	X	X	X	X			0.014	0.339				
	SUBTOTAL:								0.052	0.339				
Cambio de tela no pegada	33) Paro de maquina	X	X						0.000	0.339				
	34) Recepción de orden de corte	X	X						0.037	0.376				Solo producir con las ordenes o autorizaciones
	35) Ubicar y voltear telas pegadas	X	X	X	X				0.056	0.432				Operación no necesaria
	36) Transportación de material			X	X				0.093	0.524				Acoratar distancia de recorrido
	37) costura o unión de tela no pegada			X	X	X			0.111	0.636				
	38) Inspección del montaje, ajustes y arranque de maquina	X	X	X	X	X			0.074	0.710				
	SUBTOTAL:								0.371	0.710				
Cambio de lote pegado	40) Registros de lote cortado					X	X		0.107	0.817				Formatos de registro
	41) Transportación de material					X	X		0.072	0.889				Acoratar distancia de recorrido
	SUBTOTAL:								0.179	0.889				
Montaje a sistema ETON	42) Inspección de material cortado					X	X	X	0.025	0.913				
	43) Identificación de orientación del cobertor					X	X	X	0.048	0.961				SE PUEDE DISMINUIR EL TIEMPO (POKAYOKE)
	44) Colgado de cobertor en gancho					X	X		0.056	1.017				
	45) Programación en ETON y envío					X	X		0.079	1.095				
	TOTALES								0.207	1.095	0.00	1.01	0.08	

Tiempo Total	1.013
Desperdicio Total	0.0820

Observaciones:	
Equipo: Ingeniería, Calidad y Producción	
Líder: Ingeniería	

Maquina en funcionamiento	0.8740	44%
Desmontar viejo	0.1228	6%
Montar nuevo	0.3397	17%
Herramientas y máquina	0.0112	1%
Registros y ajustes	0.2095	11%
Transportación	0.2509	13%
Inspecciones y arranque	0.1613	8%
TOTAL:	1.9694	100%

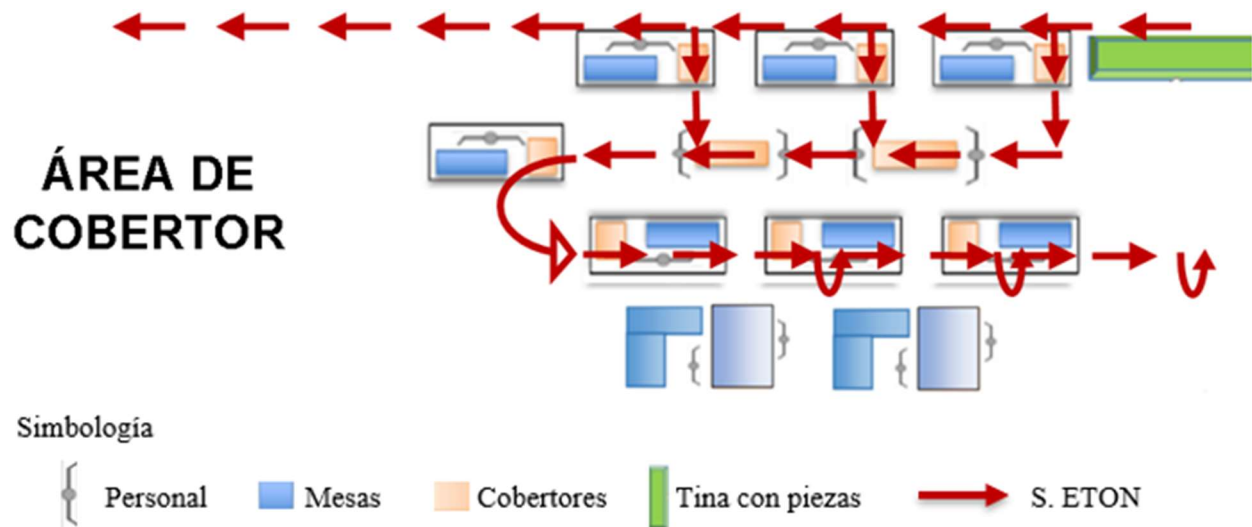
Nota: Se considera la información recopilada por el estudio del trabajo sin aplicación de las otras propuestas.

4.1.6 Proceso de confección y empaque

En el inicio del proceso de confección, con la nueva distribución y diseño de las máquinas el colgado de los cobertores en el sistema ETON se realizará desde la parte más cerca a la máquina pegadora y fusionadora, por lo que el recorrido será más corto que el anterior tanto para el operador como para el producto.

Figura 54:

Propuesta de distribución de estaciones de trabajo



Nota: Se contempla una reestructuración del sistema ETON para disminuir el tiempo de recorrido de las piezas hacia las estaciones de trabajo. Esta misma distribución se contempla en la figura 50, anteriormente mostrada.

Las partes de la confección del producto (cerrado, etiquetado y pespunte) se trabajará con las operadoras en la disminución de su tiempo de confección a través de la eliminación de los movimientos innecesarios y la manipulación correcta del material, todo evidenciado en vídeos para poder ser consultados por el personal que lo requiera. Los vídeos solo quedan a disposición de la empresa ya que se considera información confidencial.

En apoyo al etiquetado, se usarán tarjetas con pinzas sin metales y sin agujas para sujetarse del cobertor y señalar la ubicación que deberá de tener la etiqueta de tela además de indicar por medio de códigos de colores y letras su tamaño.

Figura 55:

Propuesta de tarjetas de identificación












Nota: El tamaño de las tarjetas se recomienda sea de 5x5 cm, se encuentre enmicado o protegido con otro tipo de plástico, perforado y el número de rajetas puede depender de la cantidad a producir, aunque lo ideal es que se trabaje en un tamaño de cobertor por día.

Para el proceso de empaque se mantendrán las dos líneas de producción sin deshacerse de los operadores, esto porque se planea distribuir las actividades donde a un operador se le asigna la tarea de preparación de los cromos de presentación del producto, así intervienen menos operadores en una misma actividad y se garantiza la inspección y el correcto empaque del producto terminado.

En la disposición de materiales por parte de las estaciones del trabajo se aplica la metodología 5S para la disposición de materiales, principalmente en la disposición de telas para la maquina pegadora y la variedad de etiquetas de tela que contiene el etiquetado.

Tabla 21:

Aplicación de 5S

Antes		Después
MANTONES		
<p>1</p> 		
ETIQUETADO		
<p>2</p> 		
EMPAQUE		
<p>3</p> 		

Nota: En la tabla con ilustraciones se muestran los efectos de la aplicación de la metodología, nótese que anteriormente la cantidad de material distribuido por todos lados es abismal, mientras que después a cada tipo de material se le asigna un lugar en específico.

Capítulo 5 Conclusiones

En un proceso de fabricación las situaciones que no se esperan o que se dan por hecho que nunca llegarán a existir sin un mecanismo o plan que respalde lo mencionado tenderá a repetirse hasta que se tomen cartas del asunto, esto sucede con la empresa que al dar por hecho que no existen incidencias o que no es necesario su registro está sentenciada a repetir una y otra vez los mismos errores.

Las incidencias en la producción de cobertores afectó el 100% del proceso por las distintas condiciones con las que el material entraba, dificultando las actividades de los operadores y provocando que estos recurrieran a realizar operaciones adicionales a las consideradas en los tiempos de producción volviendo a las metas de producción inalcanzables y afectando negativamente el costo del producto, sin embargo en base a registros de calidad se tiene menos del 1% de estos acontecimientos registrados.

Por otro lado, la toma de decisiones para modificar las características técnicas del producto por parte de un departamento de la empresa y sin organizar una reunión para el debate de esta decisión e incluso sin dar aviso de lo sucedido a las demás áreas provoca que se tengan diferentes datos tanto en sistema como de forma documentada y la incertidumbre ponga en riesgo las negociaciones empresariales

El estudio ayudó a determinar que el proceso actual de fabricación es un 28.25% más eficiente en comparación con los tiempos anteriores, además de determinar que la mano de obra de 26 operadores son suficientes para producir hasta 1098 pieza con un buen flujo del proceso.

La investigación también aportó la detección de diferentes anomalías a lo largo del proceso, dando paso a las propuestas de mejora, como lo es el uso de los códigos QR, SMED,

distribución de tareas, Andon, modificación de Lay Out, etc. Se espera que dichas propuestas mejoren el proceso en un 14.86% adicional, concluyendo que la investigación en suma con los tiempos propuestos mejoran la producción en un 43.11% distribuido en los distintos factores que intervienen en la fabricación de este tipo de cobertores, donde a su vez con los ajustes de los anchos de tela se disminuye el consumo de material bisón y flannel en un 4.2% y un 26.6% en la guata.

Recomendaciones

El correcto seguimiento de los pasos para aplicar un estudio del trabajo sumado con la destreza del investigador y el estudio de tiempos y movimientos proporciona la suficiente información para generar propuestas que mejoren los tiempos de producción de los cobertores con borrega, además de que la perseverancia en la búsqueda de las causas que generan incidencias durante la fabricación del producto hace que la investigación sea más completa de lo estimado.

Las decisiones respecto a los cambios técnicos de los cobertores o la creación de un nuevo producto deben ser consultadas con todos integrantes del comité de nuevos desarrollos para una correcta planeación de los componentes e inversiones que deben realizarse para su fabricación, donde a su vez se realiza la documentación antes del arranque de la línea de producción.

La cooperación entre las áreas que intervienen en el proceso mejora los tiempos de producción de cobertores con borrega hasta en un 28.25%, englobando todas las propuestas que logran ser aplicadas para el bien común empresarial.

Bibliografía

Asociación Española MTM. (26 de Marzo de 1990). *Historia MTM*. Recuperado el 23 de Agosto de 2022, de <https://www.asocmtmesp.com/>

Carajualpa, B. (2017). *Balance de línea para mejorar la productividad en el área de confección de la empresa Industries-Fashion E.I.R.L -Lima,2017.*[Tesis de licenciatura. Universidad Cesar Vallejo. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12397>

Carpio-Tirado, L. (2016). *Propuesta de redistribución de planta para una empresa de confección textil.* [Tesis de licenciatura. Universidad Católica de San Pablo.]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.ucsp.edu.pe/handle/UCSP/15437>

Díaz, R. (s.f). *MOST*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2022, de <https://www.academia.edu/26041805/MOST>

Franco, C., & Darrigrandi, F. (s.f). *Reportero de datos*. Obtenido de 3.1 Media, mediana, moda y otras medidas de resumen: <https://reporterodedatos.com/>

Fundación MTM ingenieros. (26 de Marzo de 1990). *MTM ingenieros*. Recuperado el 30 de Agosto de 2022, de <http://mtmingenieros.com/>

Fundación WF. (26 de Marzo de 2008). *Work- Study Foundation, Plataforma para Usuarios de Factor de Trabajo*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2021, de <http://www.wf-eng.slerahosting.com/html/segur.html>

- García, M., & Montes, L. (1992). *Aplicación de las técnicas de tiempos predeterminados en la industria de calzado Grupo Moda Ltda. Fábrica de Capelladas. [Tesis de licenciatura. Universidad Autonoma de Occidente.]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://red.uao.edu.co/handle/10614/4277>
- Gila, L., Villanueva, A., & Cabeza, R. (2009). Fisiopatología y técnicas de registro de los movimientos oculares. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 32(Supl. 3), 9-26. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000600002&lng=es&tIng=es.
- Gonzales, E., & Jasen, P. (s.f.). *Introducción a la Teoría de Errores de Medición*. Obtenido de http://www.fisica.uns.edu.ar/albert/archivos/118/266/2607472088_te_2017_pag_web.pdf
- Grisales, J. E. (2014). Impacto en la productividad y competitividad empresarial ocasionado por las excusas de sus empleados. *Oikos: Revista de la Escuela de Administración y Economía*, 18(37), 77-92. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6025784>
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. <https://www.ilo.org/global/lang-es/index.htm>.
- Llaneza, F. (2007). *Ergonomía y psicología aplicada. Manual para la formación del especialista*. <https://www.librerialexnova.com/>. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=o6kLlwAFTvAC&oi=fnd&pg=PA17&dq=erg>

onomia+y+psicolog%C3%ADa+aplicada&ots=S3A04jfAtG&sig=IXwyZgORwJwNDbRCEYsK
s8Mgtrw#v=onepage&q=ergonomia%20y%20psicolog%C3%ADa%20aplicada&f=false

Márquez, R., & Moreno, S. (2016). *Ingeniería de Métodos: Sistemas de Tiempos*

*Predeterminados. Aplicación del Sistema de Tiempos Predeterminado MTA Motions
Time Analysis. (Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.*

Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/3182/1/5646.pdf>

MayuGo. (18 de Diciembre de 2021). Estudio de Trabajo en la industria de la manufactura |

Ingeniería industrial [Video]. Obtenido de

<https://www.youtube.com/watch?v=5tVLrIRFQc4&t=2254s>

Méndez, J. (2010). *Aplicación del sistema MOST para la determinación de tiempos estándares*

*en maquiladora Chambers de México S.A. de C.V. [Tesis de licenciatura. Universidad de
Sonora.].* Repositorio Institucional. Obtenido de

<http://repositorioinstitucional.uson.mx/handle/20.500.12984/1519>

Mengual, A., Juárez, D., Rodríguez, A., & Sempere, F. (2012). La gestión del tiempo como

habilidad directiva. *3c Empresa: Investigación y pensamiento crítico*, 1(7), 1-25.

Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4817920>

Rico, L., De la riva, J., Escobedo, M., & Maldonado, A. (2005). Técnicas utilizadas para el estudio

de tiempos, un análisis comparativo. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica*, 2(11), 9-

18. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7291331>

Rivera, C. (2009). *Determinación de tiempos estándares para la industria de la confección, a través del sistema de tiempos predeterminados GSD (General Sewing Data) datos generales de costura. [Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala.]*.

Repositorio Institucional. Obtenido de

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2117_IN.pdf

Roig, J. (1996). *El estudio de los puestos de trabajo*. <https://www.editdiazdesantos.com/>.

Salazar, B. (Junio de 2019). *Ingeniería industrial online. Estudio de tiempos*. Obtenido de

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/>

Solís, F. (s.f). *Senati 2016, estudio del trabajo. Medición del trabajo*. Recuperado el 2022 de

Septiembre de 24 , de <https://senati2016.jimdofree.com/estudio-del-trabajo/>

Glosario

A

Avíos: Utensilios necesarios para algo.

C

Calidad: Adecuación de un producto o servicio a las características especificadas.

D

Densidad: Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

E

Edredón: Cobertor relleno de plumón, o de algodón, miraguano, etc.

Elongación: Alargamiento de una pieza sometida a tracción.

Ergonomía: Estudio de la adaptación de las máquinas, muebles y utensilios a la persona que los emplea habitualmente, para lograr una mayor comodidad y eficacia.

Esbelta: El concepto permite calificar a aquello que es armonioso o que va de acuerdo con su diseño.

Estándar: Que sirve como tipo, modelo, norma, patrón o referencia.

I

Incidencia: Que se produce en el transcurso de un asunto, un relato, etc., y que repercute en él alterándolo o interrumpiéndolo.

Indicador: Mostrar o significar algo con indicios y señales.

M

Mantón: Lienzo de tela con cierto ancho y longitud que por lo regular es enrollado para su disposición.

Método: Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.

S

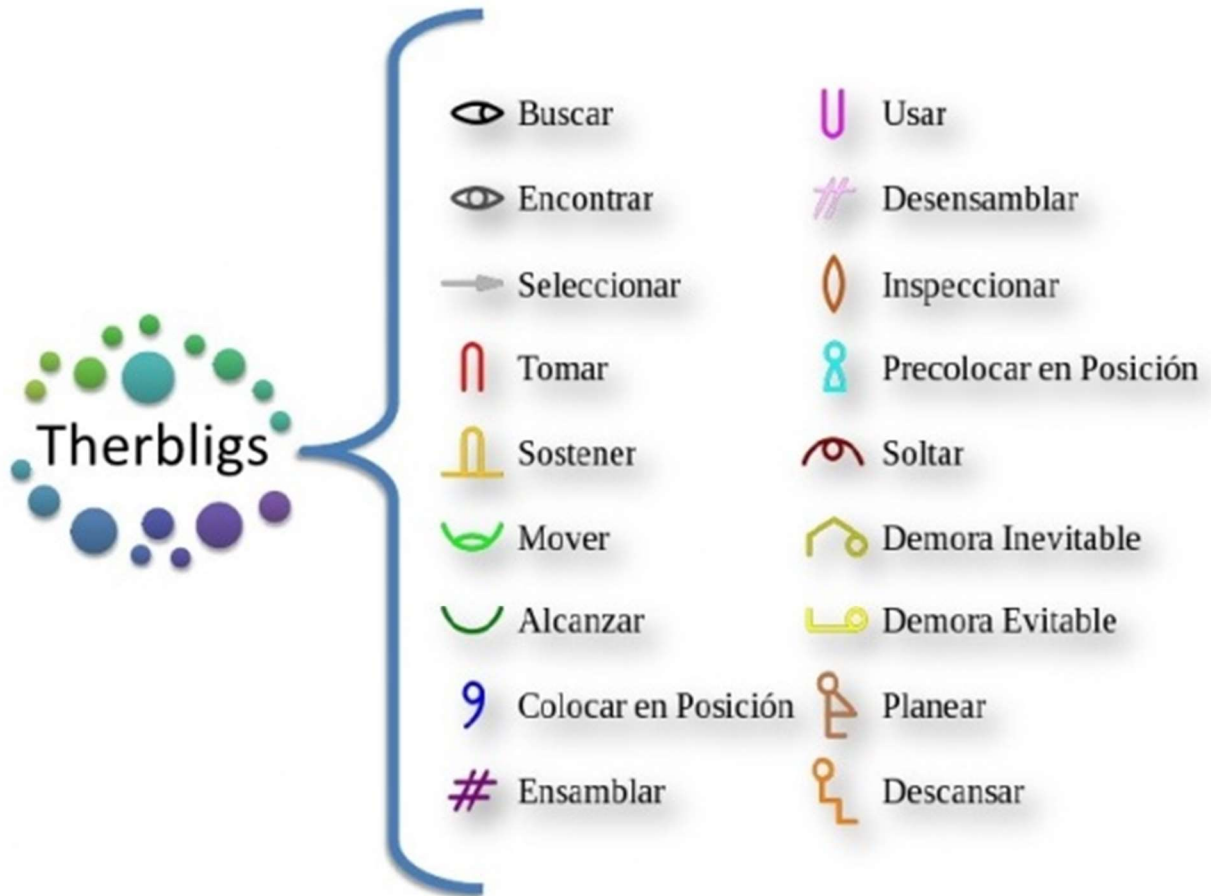
Silo empresarial: Aquellas áreas o departamentos que funcionan de manera aislada o sin interacción.

Suplemento: Cumplir o integrar lo que falta en algo, o remediar la carencia de ello.

Apéndice

Figura 56:

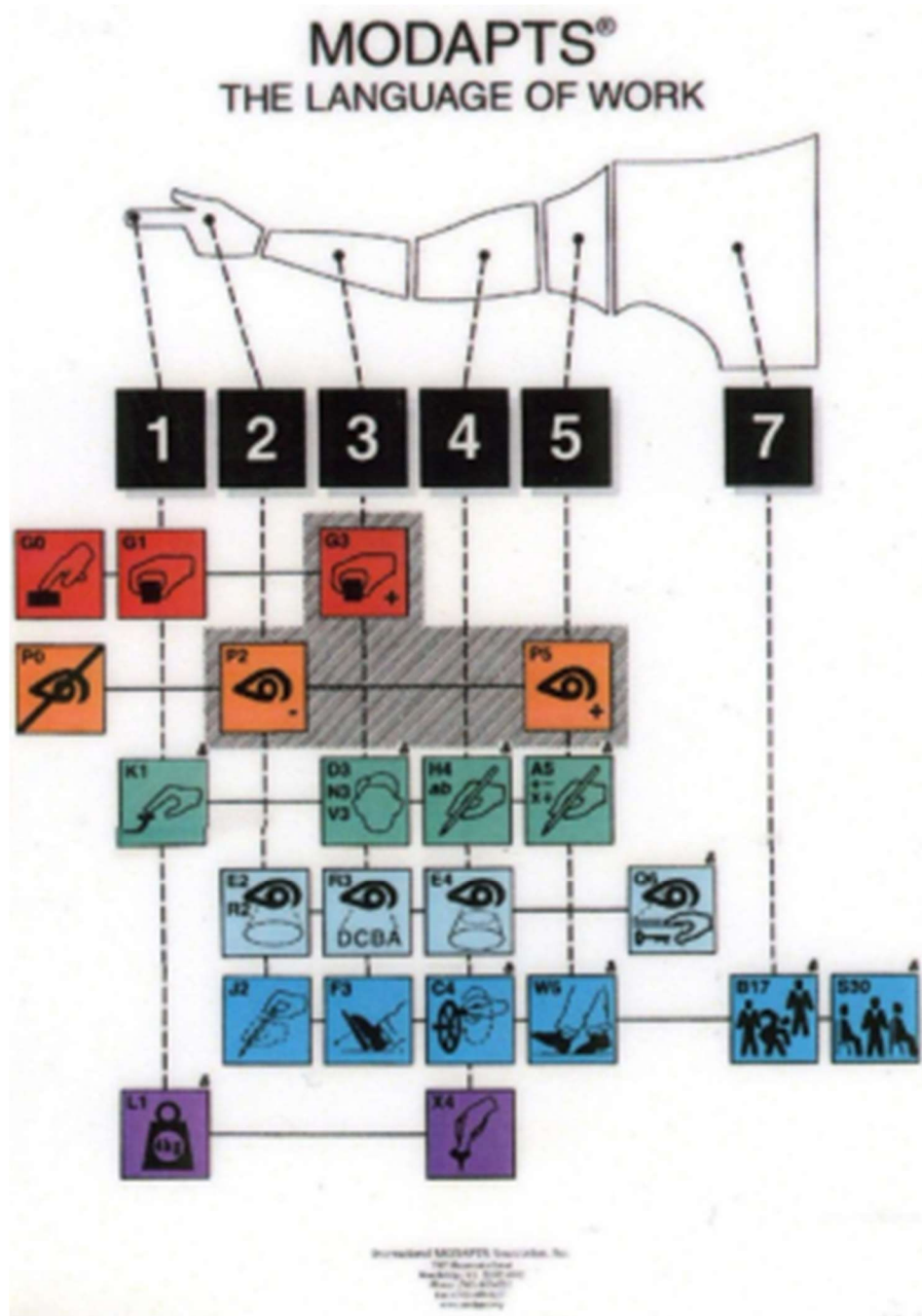
Simbología Therbligs



Nota: Simbología y código de colores. Tomada de la web 2022

Figura 57:



Ejemplo de simbología Modapts



Nota: Simbología y códigos MODAPTS. Tomada de la web 2022.

Figura 62:

Ejemplo de formato diagrama de procesos de grupo

Diagrama de Proceso de Grupos																	
Diagrama Num. de		Hoja Num. de						Dibujo y Pieza: 									
Operación: PEGADO DE TELAS		Lugar: ÁREA DE PEGADO															
Fecha:		Método: Actual / Propuesto		Operario (s):				Fecha: 12/MARZO/2022									
1.- DAYANA				2.- ISABEL				Aprobado por: Marco A. Vázquez M.									
Elaborado por:		Fecha:		Operador 1		Operador 2		Operador 3		Operador 4		Operador 5		REPETICIONES			
MAQUINA		TIEMPO		OPERACIÓN		TIEMPO		OPERACIÓN		TIEMPO		OPERACIÓN		TIEMPO		NUMERO	
MONTAJE DE TELA FLANNEL O BISON																	
MONTAJE DE GUATA																	
RECARGA DE PEGAMENTO																	
AJUSTE DE PARÁMETROS																	
MAQUINA EN FUNCIONAMIENTO																	
CAMBIO DE TELA FLANNEL O BISON																	
CAMBIO DE TELA GUATA																	
EMPAQUE METROS PEGADOS																	
CAMBIO DE LOTE PEGADO																	
REGISTRO DE MATERIAL PEGADO																	

Nota: El formato es un ejemplo, dichos formatos pueden variar de acuerdo con la preferencia del analista.

Tabla 22:

Comparación de PTS

TABLA COMPARTIVA DE LOS SISTEMAS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS							
	CRONOMETRAJE	MTA	WF	MOST	MODAPTS	MTM	GSD
DESCRIPCIÓN	Toma de tiempos con cronometro o con reloj de bolsillo. (1878).	Motion Time Analysis / Análisis de Métodos (1926).	Work factor / Factor de trabajo. (1945).	Maynard Operation Sequence Technique / Técnica Maynard de Operaciones en Secuencia. (1976).	Modular Arrangement of Predetermined Time Standards / Organización Modular de Tiempos Normalizados Predeterminados. (1962).	Methods-Time Measurement / Método de medición del tiempo. (1949).	General Sewing Data / Datos Generales de Costura. (1978).
PRINCIPALES APORTADORES	Jean Rodolphe Perronet, Charles Babbage, Frederick Taylor.	Matrimonio Gilbreth, Asa B. Segur.	SMC WOFAC y Joseph H. Quick.	Kjell Zandin, de A. B. Maynard.	Mr. G.C. "Chris" originalmente Von der Heide.	Harold B. Maynard, John L. Schwab y Gustave J. Stegemerten.	Methods Workshop Limited (1978).
CONSIDERACIONES DEL MÉTODO	Herramientas y equipo a utilizar, tipo de cronometro, operador calificado y habilidad del analista.	Conocimiento completo de los therbligs, definición de las distancias a recorrer por cada movimiento, operador calificado.	Solo toma en cuenta macromovimientos basados en el principio de 4 variables que afectan el tiempo de ejecución.	No toma en cuenta movimientos corporales, si no la descripción de movimientos para un objeto.	los movimientos están reunidos en "modulos" .	Multiples variantes aplicables para cualquier industria.	Basado en MTM, considera actividades de corte, confección y empaque textil.
UNIDAD DE MEDIDA	milsegundo, segundos, minutos y raramente horas.	1 TMU = 0.00001 horas; 1 TMU = 36 milisegundos.	Cada unidad de los sistemas existentes está expresada en 0.0001 minutos.	1 TMU = 0.00001 horas; 1 TMU = 36 milisegundos.	MOD = 0.129 segundos.	1 TMU = 0.00001 horas; 1 TMU = 36 milisegundos.	1 TMU = 0.00001 horas; 1 TMU = 36 milisegundos.
NUMERO DE CODIGOS	No aplica.	18 therbligs complementados con variables que afectan la ejecución de cada movimiento (distancia, peso, grados, condiciones, etc).	Más de 918 codigos divididos en 4 categorías de acuerdo a la cantidad de precision que se requiera del método.	6 fragmentos de tiempo divididos en 3 secuencias basicas de movimiento.	Se cuentan con 36 codigos recopilados en la tabla de valores MODAPTS PLUS.	analiza 8 movimientos manuales, 9 de pie y cuerpo, y 2 oculares, con alrededor de 593 codigos, por lo que el método fue rebautizado como MTM-1.	25 códigos en el primer nivel (general), el cual se complementa con 11 códigos en el segundo nivel.
VENTAJAS	Medición continua, ininterrumpida y rápida, puede usarse cualquier cronometro.	Disminuye las operaciones de sujetar, pues se cataloga como un "vicio". Mejor posibilidad de establecer mejoras.	aplicable para diversas industrias gracias a sus multiples sistemas.	Los tiempos reflejan el 100% de nivel de desempeño, multiples niveles y requiere un mínimo de trabajo escrito.	Más rapido de aplicar que MTM-2 y Work factor, contiene diversas variantes aplicables para cada tipo de industria. Sistemas de tiempo sin decimales.	Es aplicable para todas las industrias y contienen multiples codigos para los tiempos de cada movimiento.	Ideal para la industria de confección. No es necesario evaluar el rendimiento.
DESVENTAJAS	Lectura imprecisa e insegura, dependencia del juicio del observador y su habilidad, retraso temporal mecánico.	Necesidad de aprender perfectamente los movimientos y sub-movimientos de cada actividad.	Porcentaje de error entre 5 y 10% dependiendo del tipo de sistema aplicado.	requiere de más tiempo para establecer un tiempo estándar en ciclos largos, se usa tambien cronometro, otros datos estándares por proceso y maquina.	Limitadas a ciclos cortos, no considera tiempos de maquina, sin información detallada.	Numero extenso de codigos, se necesitan multiples especialización en el método.	Aplica solo para determinadas actividades ya que no incluye aspectos del operador. Se necesita especialización en el método.
TIPO DE INDUSTRIA	Todas las industrias sin necesidad de precisión.	Todas las industrias sin necesidad de precisión.	Todas las industrias con y sin necesidad de precisión.	Todas las industrias con y sin necesidad de precisión.	Todas las industrias sin necesidad de precisión.	Todas las industrias con y sin necesidad de precisión.	Confección textil.
¿CUÁNDO ES POSIBLE UTILIZARLO?	Recomendable para procesos menores a 15 min.	Recomendable para procesos menores a 15 min.	Recomendable para todos los procesos.	Recomendable para procesos menores a 15 min.	Recomendable para actividades de tiempo de ciclo corto.	Recomendable para todos los procesos.	Recomendable para procesos menores a 15 min.

Nota: Solo se colocan los datos generales de cada método. Para más información de cada

PTS consulte la bibliografía de esta investigación.