



**PROPUESTA DE ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA
ESTANDARIZACIÓN DE MÉTODOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA
EMPRESA “CASA MUEBLES RIVERA” UBICADA EN EL VALLE DEL CAUCA**

Angie Vanessa Pesillo Montilla

Código 20411816109

Universidad Antonio Nariño
Programa Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Cali, Colombia

2021

**PROPUESTA DE ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA
ESTANDARIZACIÓN DE MÉTODOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA
EMPRESA “CASA MUEBLES RIVERA” UBICADA EN EL VALLE DEL CAUCA**

Angie Vanessa Pesillo Montilla

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniera industrial

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Cali, Colombia

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado
_____, Cumple
con los requisitos para optar
Al título de _____.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Ciudad, Día Mes Año.

CONTENIDO

Resumen	13
Abstract	14
INTRODUCCIÓN	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	17
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	21
PROCESO DE FABRICACION	21
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	24
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	25
2. JUSTIFICACIÓN	26
3. OBJETIVOS	28
3.1 OBJETIVO GENERAL	28
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
4. MARCO DE REFERENCIA	29
4.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	29
4.1.1 Antecedentes en español	29
4.1.2 Antecedentes en ingles	32
4.1.3 Aportes de investigación para el trabajo	34
4.2 MARCO TEÓRICO	35
4.2.1 Ingeniería Industrial	35
4.2.2 Ingeniería de métodos	36

4.2.3	Estudio del trabajo.....	37
4.2.4	Estudio de tiempos y movimientos	40
4.2.5	Logística inversa	46
4.3	MARCO CONCEPTUAL	48
4.3.1	Estudio de métodos	48
4.3.2	Estudio de tiempos	50
4.3.3	Estudio de movimientos	54
4.3.4	Investigación de campo	64
4.3.5	plan de recolección de información	64
4.3.6	Procesamiento y análisis de la información	67
4.3.7	Herramientas para la recolección de datos	70
4.3.8	Actividades realizadas en el diagrama de flujo	71
4.4	MARCO METODOLÓGICO	73
4.4.1	Tipo de investigación	73
4.5	MARCO LEGAL Y NORMATIVO	75
4.5.1	Ergonomía	75
4.6	MARCO ACADÉMICO	82
4.6.1	Relación con los objetivos del programa de ingeniería industrial	82
4.6.2	Asignaturas aplicadas en el trabajo	83
4.6.3	Competencias que se muestran en el desarrollo del trabajo.....	84
5	Caracterización del proceso productivo.....	85
5.1	Área de fabricación de espuma.....	86

5.2	Área de corte de bloques de espuma	90
5.2.1	CORTE HORIZONTAL DE BLOQUES DE ESPUMA.....	90
5.2.2	CORTE VERTICAL	93
5.2.3	CORTE CARRUSEL.....	97
5.2.4	CORTE CONTINUO.....	100
5.3	Área de colchonería	103
5.3.1	CORTE.....	103
5.3.2	COSTURA	106
5.3.3	ARMADO	109
5.3.4	CERRADO.....	113
5.3.5	PLASTIFICADO	115
6	propuesta	119
7	Conclusiones	158
8	Recomendaciones	164
9	BIBLIOGRAFIA	165
10	LINKOGRAFIA.....	166

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Aportes en español al trabajo	34
Tabla 2 Aportes en ingles al trabajo	35
Tabla 3 etapas del estudio de tiempos	49
Tabla 4 Para suplementos.....	53
Tabla 5 micro movimientos.....	55
Tabla 6 Plan de recolección de información	65
Tabla 7 Diagrama de flujo de fabricación de bloques de espuma.....	88
Tabla 8 Calculo de número de bloques de espuma fabricados en 8 horas	89
Tabla 9 Calculo utilización y eficiencia de producción de espuma	89
Tabla 10 Diagrama de flujo por proceso (corte horizontal)	92
Tabla 11 diagrama de flujo por proceso (vertical)	96
Tabla 12 Diagrama de flujo por proceso (corte carrusel).....	99
Tabla 13 Diagrama de flujo por procesos (continuo).....	102
Tabla 14 Diagrama de flujo por proceso (corte de tela).....	106
Tabla 15 Diagrama de flujo por proceso (costura).....	109
Tabla 16 Diagrama de flujo por proceso (armado)	112
Tabla 17 Diagrama de flujo por procesos (cerrado).....	115
Tabla 18 Diagrama de flujo por proceso (plastificado).....	118
Tabla 19 Regla de tres, cálculo de fabricación de bloques en ocho horas	121
Tabla 20 Utilización actual vs eficiencia esperada de fabricación de espuma.....	121
Tabla 21 Regla de tres, cálculo de corte de bloques en ocho horas	125
Tabla 22 Utilización actual vs Eficiencia esperada de corte horizontal.....	125
Tabla 23 regla de tres para cantidad de bloques cortados en ocho horas	129
Tabla 24 Utilización actual vs Eficiencia esperada de corte vertical	129

Tabla 25 regla de tres para cantidad de bloques cortados en ocho horas.....	133
Tabla 26 Utilización actual vs Eficiencia esperada de corte carrusel	133
Tabla 27 regla de tres para cantidad de cilindros cortados en ocho horas	137
Tabla 28 Utilización actual vs Eficiencia esperada de corte continuo	137
Tabla 29 regla de tres para cantidad de láminas cortadas para acolchado en ocho horas	141
Tabla 30 Utilización actual vs Eficiencia esperada de corte de tela	141
Tabla 31 regla de tres para cantidad acolchados bordados en ocho horas	145
Tabla 32 Utilización actual vs Eficiencia esperada de costura	145
Tabla 33 regla de tres para cantidad armados realizados en ocho horas.....	148
Tabla 34 Utilización actual vs Eficiencia esperada de armados	148
Tabla 35 regla de tres para cantidad de cerrados realizados en ocho horas	152
Tabla 36 Utilización actual vs Eficiencia esperada de colchones cerrados	152
Tabla 37 regla de tres para cantidad de plastificados realizados en ocho horas	156
Tabla 38 Utilización actual vs Eficiencia esperada.....	156
Tabla 39 Producción obtenida en cada área	158
Tabla 40 Comparación de la producción con el método actual vs con el método propuesto	160
Tabla 41 Inversión estimada para implementación de propuesta	161
Tabla 42 Cálculo de B/C de la propuesta	162

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 diagrama de flujo de procesos	23
Ilustración 2 Posturas para trabajo (Criollo G. , Estudio del trabajo)	45
Ilustración 3 Estudio de métodos (Lopez, 2019).....	48
Ilustración 4 Tabla de identificación de macroprocesos (Cesar, 2020)	66
Ilustración 5 Identificación de procesos (Cesar, 2020)	66
<i>Ilustración 6 cronometro (Benjamin Niebel, 2014)</i>	<i>68</i>
Ilustración 7 formato para estudio de tiempos por cronometro (Niebel, 2014)	69
Ilustración 8 formato diagrama de flujo (Benjamin Niebel, 2014)	70
Ilustración 9 símbolos usados en el diagrama de flujo (Ávila, 2013)	71
Ilustración 10 formato diagrama H-M (Benjamin Niebel, 2014).....	72
Ilustración 11 DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO (Gomez, 2015)	73
Ilustración 12 Fabricación de espuma	86
Ilustración 13 Diagrama de recorrido del área de fabricación de espuma	87
Ilustración 14 Maquina cortadora de espuma horizontal (Alibaba.com, 2020).....	90
Ilustración 15 diagrama de recorrido corte horizontal	91
Ilustración 16 área de corte de bloques de espuma (vertical)	93
Ilustración 17 diagrama de recorrido corte vertical	95
Ilustración 18 área de corte de bloques de espuma (carrusel).....	97
Ilustración 19 diagrama de recorrido corte carrusel.....	98
Ilustración 20 área de corte de bloques de espuma (continuo)	100
Ilustración 21 diagrama de recorrido corte continuo	101
Ilustración 22 Área de corte	103
Ilustración 23 diagrama de recorrido área de corte	105
Ilustración 24 Área de costura.....	107

Ilustración 25 diagrama de recorrido área de costura	108
Ilustración 26 Área de armado	110
Ilustración 27 diagrama de recorrido área de armado	111
Ilustración 28 Área de cerrado	113
Ilustración 29 diagrama de recorrido área de cerrado	114
Ilustración 30 Área de plastificado.....	116
Ilustración 31 diagrama de recorrido área de plastificado	117
Ilustración 32 Diagrama de recorrido fabricación de espuma actual vs propuesta.....	119
Ilustración 33 Cursograma analítico de fabricación de espuma propuesto vs actual.....	120
Ilustración 34 Diagrama de recorrido de corte horizontal de espuma actual vs propuesto....	123
Ilustración 35 Cursograma analítico corte horizontal actual vs propuesto	124
Ilustración 36 diagrama de recorrido corte vertical de espuma actual vs propuesto.....	127
Ilustración 37 cursograma analítico de corte vertical actual vs propuesto.....	128
Ilustración 38 Diagrama de recorrido de corte carrusel actual vs propuesto	131
Ilustración 39 Cursograma analítico de corte carrusel actual vs propuesto	132
Ilustración 40 Diagrama de recorrido propuesto de corte continuo actual vs propuesto	135
Ilustración 41 Cursograma analítico de corte continuo actual vs propuesto.....	137
Ilustración 42 diagrama de recorrido de corte actual vs propuesto.....	139
Ilustración 43 Cursograma analítico de corte de tela actual vs propuesto	140
Ilustración 44 Diagrama de recorrido de área de costura actual vs propuesto.....	143
Ilustración 45 Cursograma analítico para costura actual vs propuesto	144
Ilustración 46 Diagrama de recorrido en área de armado actual vs propuesto	146
Ilustración 47 Cursograma analítico para área de armado actual vs propuesto	147
Ilustración 48 Diagrama de recorrido propuesto para área de cerrado actual vs propuesto...	150
Ilustración 49 Cursograma analítico de área de cerrado actual vs propuesto	151

Ilustración 50 Diagrama de recorrido propuesto para área de plastificado actual vs propuesto	154
Ilustración 51 cursograma analítico para área de plastificado actual vs propuesto	155

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por el día a día en este proceso de aprendizaje continuo, por guiarme y darme fuerzas, a mis padres y hermano quienes han estado presentes en todos los logros de mi vida y me han apoyado incondicionalmente, a Juan Gabriel por su cariño, sus consejos y por darme ánimo incondicionalmente, gracias a todos aquellos que creyeron en mí.

Resumen

El estudio de tiempos y movimientos es una metodología utilizada para conocer, identificar y analizar los procesos cuyas actividades generan retrasos, cuellos de botella o tiempos muertos que afectan el proceso productivo en una empresa y de acuerdo con los datos obtenidos poderlos disminuir o eliminar para dar solución a estas falencias y de esta manera optimizar los tiempos y los movimientos en cada área de trabajo.

En la empresa manufacturera de colchones Casa Muebles Rivera SAS se elaboró un análisis de la actual situación de la planta, por medio de metodologías y herramientas para la recolección y análisis de datos tales como Diagramas de recorrido y diagramas de flujo, con el objetivo de obtener información y documentar cada área del proceso de producción de colchones. Esta investigación tiene como fin construir una propuesta de tiempos y movimientos y con ello contribuir a la mejora de la producción. Para el planteamiento de la propuesta se evaluaron aspectos como distancias recorridas y tiempos requeridos en las actividades de cada estación de trabajo de las áreas de producción de colchones y de esta manera optimizar el cumplimiento de las ordenes de producción, y la mejora del bienestar de los operarios, ya que se disminuyen las distancias recorridas que influyen en el desgaste físico.

Abstract

The study of times and movements is a methodology used to know, identify and analyze the processes for activities to generate delays, bottlenecks or downtime that the production process in a company and according to the data obtained, they can be reduced or eliminated to give solution to these shortcomings and thus optimize times and movements in each work area.

In the mattress manufacturing company Casa Muebles Rivera SAS, an analysis of the current situation of the plant was prepared, through methodologies and tools for the collection and analysis of data such as route diagrams and flow diagrams, with the aim of to obtain information and documentation on each area of the mattress production process. This research aims to build a proposal of times and movements and thereby contribute to the improvement of production. For the approach of the proposal, aspects such as distances traveled and times required in the activities of each work station in the mattress production areas were evaluated and in this way optimize the fulfillment of production orders, and the improvement of the well-being of the operators, since the distances traveled which influence physical wear and tear are reduced.

INTRODUCCIÓN

El estudio de tiempos y movimientos es una técnica sobrevalorada en las empresas (Perez, 2017), pero es muy importante ya que va en pro del desarrollo de los procesos y la mejora de la productividad de la empresa.

La empresa de fabricación de colchones Casa Muebles Rivera SAS, fue una idea de emprendimiento del señor Jhon Edison Rivera Guevara en el año 2012. Con el paso del tiempo esta empresa ha ido progresando debido a la creciente demanda de colchones. Cuenta con marca propia y una planta física, la cual está dotada de instrumentos de alta gama; logrando así reconocimiento de sus clientes, gracias al trabajo sinérgico de empleados y cuerpo directivo totalmente comprometidos.

Actualmente la Empresa de Colchones Casa Muebles Rivera SAS cuenta con 56 trabajadores y se encuentra ubicada en el kilómetro 25 vía Cali- Palmira en el barrio Cauca Seco, cuenta con una planta física propia en donde se distribuye el área administrativa y área de producción, evidenciando la falta de aplicación de la ingeniería de métodos.

De esta manera la empresa Colchones Casa Muebles Rivera SAS permitió realizar un estudio de tiempos y movimientos en los procesos de producción, con el fin de obtener un análisis de resultados que permita identificar las falencias que se tienen en estas áreas y de esta manera contribuir a una optimización de tiempos para la mejora de la producción.

Para dar cumplimiento a los objetivos de este trabajo en primera instancia se identificará y se caracterizará el proceso productivo dentro de cada una de las áreas y sus actividades por medio del uso de herramientas fotográficas y de video con el fin conocer específicamente qué se hace y cómo se hace en la planta de producción, en segundo lugar, se recopilaron datos de tiempos de producción y distancias recorridas mediante diagramas de recorrido por procesos y diagramas de flujo para analizar la situación actual de la empresa con respecto a los flujos de

producción e identificar los tiempos muertos y posibles retrasos que puedan generar inconvenientes dentro del proceso de producción del día a día, por último, se realizó una propuesta de tiempos y movimientos en relación al análisis de los datos recolectados con el fin de optimizar y reducir los tiempos en las áreas de procesos de fabricación, recorridos más cortos entre las estaciones de trabajo y contribuir a la mejora de la productividad y competitividad de la empresa.

Para llevar a cabo la realización de cada uno de los objetivos se basó en los términos conceptuales y metodológicos de la ingeniería de métodos y todos los conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería industrial tales como organización y métodos, formulación y evaluación de proyectos, ergonomía, producción, control de calidad y normas internacionales las cuales proponen diferentes métodos de recolección de datos, identificación y caracterización de procesos, diagramas de flujos, diagramas de recorridos y alternativas para el bienestar de la salud de los operarios.

Para el desarrollo de este trabajo el interés se transforma en un tema importante porque la investigación supone un periodo previo de contacto teórico, habilidades y destrezas metodológicas en subcampos específicos de disciplina que conlleva la ingeniería, de igual manera el interés temático busca enfocarse en el trabajo que pone a prueba la dedicación en la búsqueda de información, recolección de datos, análisis y la puesta en práctica de las técnicas específicas para la solución del problema en cuestión.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Actualmente las pymes y macroempresas tienen como deber preocuparse por mantener un desarrollo constante y acorde con las exigencias del mercado y dar cumplimiento con los requisitos establecidos. Debido a los avances tecnológicos para que los procesos productivos más eficientes, el desarrollo de las empresas es cada vez más difícil y exigente por los estándares de calidad que se establecen.

Por tanto, las empresas deben ser capaces de satisfacer las expectativas de un mercado exigente y cambiante; Por tanto, es fundamental orientar los esfuerzos hacia la mejora continua, basada en altos niveles de productividad y calidad. Para cumplir con estas expectativas, es necesario llevar a cabo el desarrollo integral de la empresa industrial, estableciendo un área de producción fuerte, ya que esta es la principal área responsable de mantener un alto nivel de productividad y calidad.

Particularmente en Colombia las pymes son empresas que están sujetas a las nuevas exigencias del entorno, recientemente ha entrado en vigencia el tratado de libre comercio con estados unidos, el cual trae consigo varios retos para los productores colombianos, especialmente para los pequeños productores que desarrollan sus labores de manera empírica, sin manejar estándares de producción y de calidad, y por consiguiente tendrán dificultades para lograr las exigencias del mercado internacional y de la competencia local frente a productos importados (Alzate, 2013).

A mediados del siglo VXII se evidencio una necesidad por desarrollar herramientas y métodos de organización en las empresas para para analizar y dar solución a los problemas que le impedía conseguir mejoras en su productividad. El Filósofo Descartes dio un famoso discurso dando a conocer las cuatro reglas fundamentales del estudio de trabajo: Evidencia, Análisis,

Síntesis y control, no se llegaron a aplicar ya que la industria en ese entonces no tenía un desarrollo lo suficientemente significativo, pero con el paso de los años estos principios son considerados la base de todo estudio del trabajo.

Para la mayoría de los empresarios de aquella época, el obrero era un simple servidor de la maquinaria a la que había sido asignado, sin prestarle la más mínima atención a su condición humana, al ambiente al que se veía expuesto el obrero, las herramientas de apoyo y las técnicas necesarias para realizar las tareas de forma más eficiente y eficaz (Criollo, 2005).

Algunos otros antecesores de los estudios de métodos y movimientos fueron:

Frederick Taylor (1856-1915), conocido como el padre de la gestión científica, argumentó que para cualquier tipo de trabajo es recomendable variar o examinar los métodos de trabajo con regularidad y dividir las ganancias entre la gerencia y los empleados. De igual manera minimizar el tiempo que lleva hacer el trabajo. La Escuela Taylor se basa en el estudio del tiempo.

Los Gilbreth descubrieron los “gestos elementales”, los cuales se realizan en la construcción de cualquier obra. Frank Gilbreth observó la función laboral de una serie de movimientos innecesarios, el único resultado fue la producción de desgaste del trabajador. Por eso sugiere ordenar la obra de otra manera. La Escuela Gilbreth se basa en el estudio del movimiento

Henri Fayol fue uno de los principales contribuidores al enfoque clásico de la administración, el énfasis de la estructura organizacional. Para Fayol toda empresa está compuesta de seis funciones básicas. Financiera, Contable, Técnica comercial, Administrativa y seguridad. Fayol estableció catorce principios que, a diferencia de Taylor, se refería a la empresa como un todo, no segmento de ella, a continuación, se muestran estos principios:

Henri Fayol fue uno de los principales contribuyentes en el enfoque de gestión clásico, que enfatizaba la estructura organizativa. Para Fayol, cada empresa se compone de seis funciones

básicas. Ingeniería financiera, contabilidad, comercio, administración y seguridad. Fayol fijó catorce principios que, al contrario de Taylor, denominan a la organización como un todo y no como parte de él, dichos principios se describen a continuación:

1. Asignación del trabajo
2. Derechos y responsabilidades
3. Disciplina, respeto a las normas de trabajo
4. Organización de mando
5. Asignación de dirección
6. Subordinación de lo individual a lo general
7. Remuneración
8. Centralización, la toma de decisiones debe ser realizada por la gerencia
9. Jerarquía, línea de mando
10. Sistema
11. Equidad
12. Estabilidad
13. Iniciativa
14. Espíritu de equipo

(Acero, 2009)

El proceso de producción en la planta de colchones Casa Muebles Rivera SAS cuenta con dos áreas, fabricación de espuma y producción de colchones. En el área de fabricación de espuma se obtienen bloques y cilindros de espuma que posteriormente son almacenados para llevarlos al proceso de producción de colchones, esta área lo componen los procesos de corte, costura, montaje, bordado, plastificado y despacho.

El gerente de la empresa detecto demoras en la fabricación del producto al pasar por cada uno de los procesos de fabricación, esto puede ser debido a la organización entre procesos que limitan los movimientos de los operadores lo que generan demoras y tiempos muertos que pueden ser aprovechados para optimizar esos tiempos y así obtener una mejor productividad.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En la ciudad de Cali - Valle del Cauca, en el año 2012, nació una idea de emprendimiento de fabricar colchones por el señor Jhon Edison Rivera Guevara, quien inició con la planta de producción en una casa en alquiler en el patio de la propiedad. Con el transcurso de los años, la calidad de los productos ofrecidos por dicha empresa ganaba reconocimiento y sus ingresos aumentaron, hasta que el señor Rivera, logró alquilar un edificio de cuatro plantas adquiriendo la maquinaria necesaria. En el primer piso instaló el área administrativa y de distribución de productos, su funcionamiento continuó hasta finales del año 2020.

En el año 2019 obtuvo los ingresos suficientes para la compra de un terreno y construcción de una nueva planta, para la posterior ampliación y traslado de la empresa, debido que no contaba con el espacio suficiente. A principios del presente año, la empresa fue trasladada a la nueva planta de producción cuya ubicación es el Km 25 vía Cali-Palmira en el barrio Cauca Seco, dónde está funcionando actualmente con sus 56 operarios, distribuidos en las diferentes áreas de producción cuyo horario fijo es de lunes a sábado, entradas a las 7am y salidas a las 4 pm.

PROCESO DE FABRICACION

El proceso de producción en la planta de colchones Casa Muebles Rivera SAS cuenta con tres áreas, fabricación de bloques de espuma, corte de bloques de espuma y producción de colchones. En el área de fabricación de espuma se obtienen bloques con diferentes dimensiones, volúmenes y cilindros de espuma que posteriormente son almacenados e incorporados al proceso de corte, en este proceso se cuenta con 4 máquinas de corte de espuma llamadas “corte horizontal, corte vertical, corte carrusel y corte continuo”.

Horizontal: Con esta maquinaria se cortan bloques de manera horizontal, es una maquina automatizada para obtener láminas de espuma de diferentes dimensiones según la referencia y la orden de pedido. (ver ilustración 12)

Vertical: Se cortan bloques de manera vertical, en este proceso el bloque de espuma se sitúa en la base de la máquina para cortar laminas a lo largo y con diferentes dimensiones según las referencias. (ver ilustración 14)

Carrusel: En este proceso se pueden situar hasta cuatro bloques en la base para ser cortadas tanto de manera vertical como horizontal, esta máquina es automatizada para diferentes velocidades y dimensiones según las referencias. (ver ilustración 16)

Continua: Esta maquinaria es exclusivamente para los cilindros de espuma cuyo propósito es cortar estos cilindros con anchos de 3 milímetros y un largo independiente teniendo como resultado laminas finas para finalmente ser utilizadas en el acolchado de la tela que recubre el colchón. (ver ilustración 18)

Por consiguiente, se tiene la siguiente área llamada producción de colchones, esta área lo componen los procesos de corte de tela, costura, armado, cerrado y plastificado en donde se toman las láminas de espuma, tanto para el contenido del colchón como del acolchado y se arma el producto cuyo orden se puede reflejar en el siguiente diagrama de flujo. (ver ilustración 1)

Cómo se puede apreciar en el diagrama, el proceso de producción de colchones inicia con los cortes de bloques de espuma y termina en el plastificado en dónde los símbolos ∇ hacen referencia a la adquisición de material en almacenamiento, el símbolo \square a los procesos, el símbolo \diamond a una toma de decisión, el símbolo \Rightarrow se refiere al desplazamiento de la materia por cada área y el símbolo \bigcirc se refiere a la continuación de la materia prima por cada proceso.

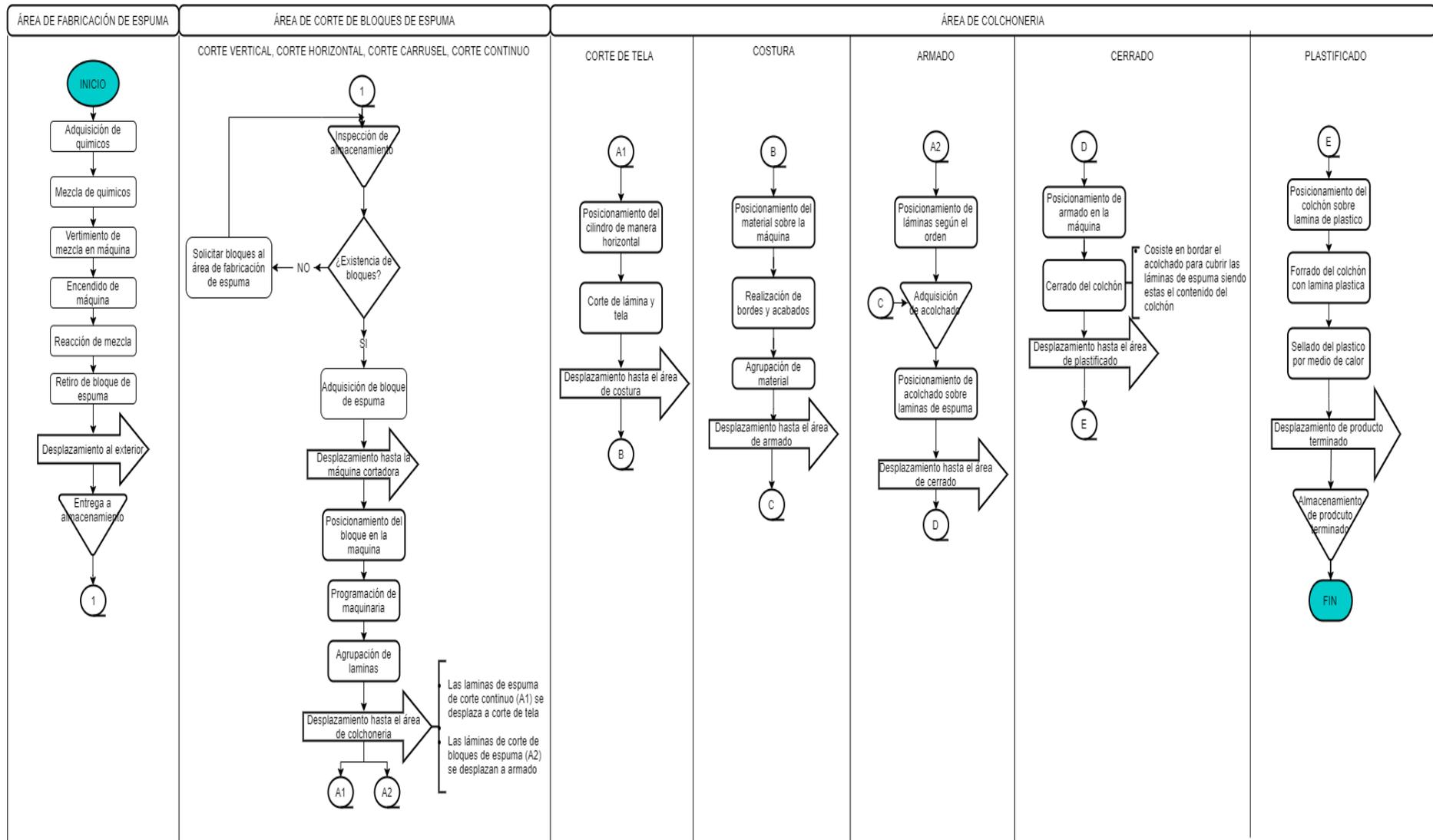


Ilustración 1 diagrama de flujo de procesos

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Hoy en día, la competitividad global requiere que las compañías realicen una administración efectiva de métodos, tiempos y procedimientos que se verán reflejados en la calidad de sus productos y de la empresa.

En la empresa Casa Muebles Rivera SAS, la creciente demanda del producto ha generado aumento significativo en la producción de colchones de la empresa y se identificó que las actividades desarrolladas que se han estado llevando a cabo no cuentan con un orden, ni control específico, generando retrasos en la producción y aumento de costos. De igual manera, se identifica que la compañía no cuenta con un manual de procesos, ni procedimientos, por lo que es indispensable realizar un estudio de métodos y tiempos, con el fin de medir los resultados a través de tiempos y poner en marcha un sistema de mejora.

Dentro de las variantes identificadas que están afectando la eficiencia en el rendimiento se pueden encontrar:

- Desperdicio de materiales
- Mala disposición y utilización del espacio
- Inadecuada manipulación de los materiales
- Interrupciones al pasar el producto de una estación a otra
- Averías frecuentes de maquinaria, equipos y herramientas utilizadas
- Falta de preparación de las actividades a realizar
- Cambios dentro de la orden de producción
- Supervisión deficiente
- Bajas retribuciones recibidas
- Mala calidad de los ejecutantes

- Riesgo de accidentes y lesiones

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué se necesita para elaborar estudio de tiempos y movimientos para el proceso de fabricación de colchones en la empresa Casa Muebles Rivera SAS ubicada en el Valle de Cauca?

- ¿Cómo se podrá caracterizar el proceso productivo de colchones en el área de producción de la empresa Casa Muebles Rivera SAS?
- ¿Cómo se puede recopilar información de los tiempos de producción identificados en las siguientes áreas, para cada una de las referencias de los colchones fabricados dentro de la empresa Casa Muebles Rivera SAS?
- ¿De qué manera se puede Documentar las diferentes etapas del proceso de fabricación de los colchones en la empresa Casa Muebles Rivera SAS?
- ¿Como se podrá elaborar la propuesta del método de trabajo en tiempos y movimientos para el área de fabricación de colchones en la empresa Casa Muebles Rivera S?

2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad todas las empresas deben estar en constante mejora para poder ser competitivas dentro del mercado y por ello sus procesos deben ser evaluados de acuerdo con las condiciones y requerimientos del mercado, teniendo en cuenta que si dentro del proceso de producción en la empresa se presentan fallas que afecten el cumplimiento de estándares de calidad, entonces se deben tomar las medidas necesarias para minimizar los errores y dar alternativas de solución que se presenten dentro de la organización. Cabe resaltar la exigencia de la norma ISO 9001, que exige que los procesos deben estar documentados y estandarizados.

Actualmente la empresa de fabricación de colchones Casa Muebles Rivera SAS se encuentra en constante desarrollo y crecimiento, se ha propuesto incrementar sus índices de producción para beneficio y exigencia de los clientes.

El tema de estudio de tiempos y movimientos que se va a realizar es importante para la empresa, ya que es un sistema para mejorar los procesos de fabricación para reducir el tiempo improductivo y los movimientos innecesarios, optimizar la capacidad de producción, generando aumento en la productividad de la empresa, lo cual llevaría a la empresa Casa Muebles Rivera SAS a ser una organización mucho más competitiva a nivel local y nacional. De esta manera y de acuerdo con los intereses de los métodos de investigación, el estudio propuesto en este trabajo sirve como base para la adopción de diferentes sistemas que permitan una mayor productividad y una mejora continua, gracias a la implementación de técnicas de estudio y recolección de datos, con el objetivo de proponer mejoras en este campo para una mayor productividad basados en los resultados obtenidos.

Fue posible realizar esta investigación, debido que se contó con el apoyo de todos los trabajadores, quienes conforman la sesión de producción de colchones, y el personal administrativo, entregando oportunamente información.

Para el autor de este trabajo se obtuvieron muchos beneficios, debido que aportó al desarrollo personal y profesional, adquirir experiencia en liderar equipo de trabajo y trabajo en gestión en planta, adquiriendo y ampliando el conocimiento y la resolución de problemáticas presentadas apoyada en la investigación y la práctica.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un estudio de tiempos y movimientos para el proceso de fabricación de colchones en la empresa Casa Muebles Rivera SAS ubicada en el Valle de Cauca.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el proceso productivo de colchones, en cada una de las áreas y sus actividades.
- Identificar mediante un estudio de campo y con tablas de recolección de datos, los tiempos de producción, para cada una de las referencias de los colchones fabricados dentro de la empresa Casa Muebles Rivera SAS.
- Documentar mediante diagramas de proceso y de recorrido, las diferentes etapas del proceso de fabricación de los colchones en la empresa Casa Muebles Rivera SAS.
- Elaborar la propuesta de tiempos y movimientos para el área de fabricación de colchones en la empresa Casa Muebles Rivera SAS.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Se han considerado trabajos similares sobre el estudio del tiempo y el movimiento, que proporciona las bases para el desarrollo de esta investigación.

4.1.1 Antecedentes en español

(Coronado, 2008) en su tesis titulada: Determinación del tiempo estándar para la actualización de las ayudas visuales en una línea de producción de una empresa manufacturera desarrollada en el Instituto Tecnológico de Sonora, para obtener su tesis de grado, expone que el proyecto se desarrolló la metodología del estudio de tiempos, esto con el fin de determinar el tiempo estándar para llevar a cabo la implementación de ayudas visuales actualizadas, las cuales ayudan a los trabajadores de las empresas manufactureras a poder realizar su trabajo de una manera más eficiente y fácil de llevar a cabo, lo que al terminar el presente estudio. El resultado se concluye como mejorable para que la empresa pueda utilizarlo en sus actividades de proceso y de esta manera se puedan realizar cambios para lograr mejoras en la empresa al generar una buena producción y avanzar en el entorno empresarial. ¹

(Hernandez A. R., 2010) en su tesis titulada Estudio de tiempos y movimientos en el área de evaporador desarrollada en la Universidad Tecnológica de Querétaro, para obtener su tesis de grado, expone como objetivo en su proyecto desarrollar un estudio de trabajo en la empresa SEAH Precisión de México S.A. lo cual contó con dos funciones metodológicas: La medición del trabajo y el estudio de métodos. Se entiende como la aplicación de técnicas para determinar el tiempo invertido por un trabajador calificado para realizar un determinado trabajo de acuerdo con la norma ISO 9001: 2008. Para la función del estudio se entiende por los empleados

¹ Coronado, J. (2008). Tesis titulada Determinación del tiempo estándar para la actualización de las ayudas visuales en una línea de producción de una empresa manufacturera.

llegando a registrar importantes aumentos en cuanto a la producción realizando métodos óptimos, eficaces para así reducir los costos en la empresa, para ello se disminuye los tiempos muertos, aumentar la capacidad y lograr tener mayor eficiencia en la línea de evaporador.²

(Yachimba, 2014) en su tesis titulada Diagnostico situacional del canal frigorífico municipal de Riobamba a través del estudio de tiempos y movimientos; e implementación de una propuesta alternativa, se evaluó la implementación de una propuesta alternativa de mejoramiento en los procesos de faenamiento de ganado bovino y porcino. Para el levantamiento, el método de estudio de tiempo y movimiento se aplica antes y después de la aplicación propuesta; El tiempo se toma en cada zona, comenzando con el aturdimiento y culminando con el flujo de aire; obtuvieron reducciones ($P < 0.01$ y $P < 0.05$), en el tiempo de sacrificio del ganado en las siguientes operaciones: levantamiento, persecución, partición, lavado de canales y aireación con un tiempo de reducción de 876.57 segundos. Así mismo, se observaron cambios significativos ($P < 0.01$ y $P < 0.05$), en el ciclo de sacrificio de cerdos en las siguientes operaciones: sacrificio y sangrado, levantamiento, batido de escala y encerado y lavado de la canal y puesta al aire con una reducción de 475.71 segundos. El tiempo de trabajo se incrementó en las líneas de sacrificio de ganado vacuno y porcino de 6,64 horas a 7,40 horas y de 7,75 horas a 8,21 horas, respectivamente. Aumento de la productividad en vacas y cerdos de 1,85 a 2,04 cabezas / hora y de 2,75 a 3,01 cerdos / hora. La rentabilidad presenta un incremento en el beneficio/costo de 1,30 a 1,47 USD.³

(Guanoluisa, 2014) en su tesis titulada Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo para el diseño de un plan de producción en la sección hornos rotativos de la empresa industria metálica Cotopaxi, expone que debido a que la empresa, para ser productiva requiere conocer los tiempos de proceso para poder resolver problemas relacionadas con la fatiga,

² Hernández, A. (2010). Tesis titulada Estudio de tiempos y movimientos en el área de evaporador.

³ Yachimba, A. (2014). Tesis titulada Diagnostico situacional del canal frigorífico municipal de Riobamba a través del estudio de tiempos y movimientos.

demoras personales y retrasos inevitables que se dan dentro del proceso. Este estudio se llevó a cabo en la INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI, provincia Latacunga de Cotopaxi, durante fase de hornos rotativos debido a tiempos de inactividad, inadecuada asignación de equipos y áreas de trabajo en el proceso productivo, lo cual genera como problema que las unidades productivas no se fabrican en un tiempo determinado dando lugar a baja productividad y mayores costos de producción por esta razón, se realiza un estudio de tiempo y movimiento por ser un método muy sistemático para diagnosticar, analizar y desarrollar métodos de trabajo y especializaciones para mejorar la empresa estudiada y de esta manera ayudar a dar una descripción de la situación actual. ⁴

(Pineda, 2005) en su tesis titulada “Estudio de Tiempos y Movimientos en la Línea de Producción de Piso de Granito en la Fábrica Casa Blanca S.A.” Estableció como objetivos la determinación de tiempo estándar para que la gerencia pueda planificar y controlar la producción de pisos, descubrir costos potenciales en la entrega de la planta y recomendar mejoras futuras. Analizar estaciones de trabajo y recomendar mejores técnicas para realizar tareas de manera más eficiente, analizar los métodos de trabajo utilizados por la empresa por medio de diagramas H/M y diagramas de procesos para diseñar métodos nuevos o mejores para aumentar la fuerza de trabajo, la productividad de las máquinas y los procesos, detectar el tiempo de inactividad de la máquina y del operador para reducirlos o convertirlos en tiempo de producción, capacitar al personal para que puedan lograr los resultados esperados con los métodos recomendados, Integrar círculos de calidad y capacitar a sus miembros para que puedan resolver problemas de producción y recomendar otras alternativas.⁵

⁴ Guanoluisa, N. (2014). Tesis titulada Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo para el diseño de un plan de producción en la sección hornos rotativos de la empresa industria metálica Cotopaxi.

⁵ Pineda, A. (2005). su tesis titulada estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fábrica casa blanca s.a.

(Rivera, 2009) Explicar la importancia de medir el tiempo de trabajo, cómo una persona realiza una actividad en su espacio de trabajo y cómo se puede mejorar para que sea más eficiente, analizando los métodos usados. El autor describe el código GSD y cómo el sistema se puede utilizar en operaciones de corte, costura, planchado, inspección y empaque, todo con el objetivo de mejorar el flujo de trabajo. El objetivo aspirado de GSD es lograr un sistema que sea simple, fácil de entender pero que equilibre las necesidades y la productividad del sistema. Se relaciona con el artículo descrito, ya que es una forma de instrucción para personas y empresas sobre cómo usar el sistema de tiempo preestablecido y los datos generales de costura principalmente para negocios.⁶

4.1.2 Antecedentes en ingles

Time and motion studies, in industrial performance evaluation, analyze the time spent in different movements of a job or series of jobs. Time and motion studies were first conducted in offices and factories in the United States in the early 20th century. These studies have been applied on a large scale as a means of method improvement. method of working by breaking down different work activities into measurable elements. Such analyses were, in turn, used as aids to standardization of work and in checking the efficiency of people and equipment and the mode of their combination (Britannica, 2020).⁷

(Tavares, 2019) Coffee farms have been adopting the microterraces system, a technique that reduces the effect of the slope by moving the soil between the crop lines. In this way, all mechanized operations can be carried out normally, with the exception of harvesting, which, due to the limitation of the harvester's work, works in an area with a maximum slope of 20%. One option is to use a single-sided harvester, harvesting one side at a time; however, no studies

⁶ Rivera, J. (2009). Tesis titulada 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.

⁷ [Eds] Gaur, & A. Dutta, P. (20 de octubre de 2014). Time-and-motion study. Britannica. Recuperado el 09 de agosto de 2020. <https://www.britannica.com/topic/time-and-motion-study>

have been performed on these microprocessors to evaluate their performance and compare them with other harvesting methods in these regions. This study aims to compare the performance of mechanized harvesting in micro-methods with manual and semi-mechanized harvesting methods. The study was carried out in an agricultural area of the city of Ouro Fino/MG, Brazil, in a plant production site, where the micro-infections were constructed six years before the trial. Treatments were assigned to a split block design with seven replicates and included a motorized harvester - a single-sided harvester with a storage bag; manual harvesting - experienced workers at the regional level; and semi-mechanized harvesting - with hand-held cutters. Through time and motion analysis, operational efficiency and operability and field efficiency were measured. The application of differentials makes it possible to efficiently mechanize spaces that have not been possible to mechanize until now. The harvester on the one hand is a potential tool to partially replace manual labor in harvesting, performing services equivalent to 23.68 workers and 10.55 workers in a semi-mechanized system.⁸

Teniendo en cuenta la metodología expuesta en cada uno de los documentos investigados previamente, se puede apreciar que el estudio de tiempos y movimientos es un claro ejemplo a la contribución de la productividad, calidad del producto, capacidad de producción, calidad del trabajo, etc., puesto que en todos los casos planteados se lograron los objetivos propuestos, generalmente van enfocados a la optimización de los tiempos de producción, reducción y/o eliminación de movimientos innecesarios que causan tiempos muertos entre los procesos, para lograr estos objetivos realizaron una recolección de datos de tiempos y movimientos para posteriormente analizarlos detalladamente con el apoyo de diagramas y técnicas de estudio y de esta manera definir aquellos factores que afectan negativamente los procesos de producción

⁸ Tavares, O. (28 de mayo de 2019). The times. Movements and operational efficiency of mechanized coffee harvesting in sloped areas. PLOS ONE. Recuperado el 09 de agosto de 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217286>

y con esto elaborar y proponer métodos de tiempos y movimientos que conlleven a una mejor productividad.

4.1.3 Aportes de investigación para el trabajo

Tabla 1 Aportes en español al trabajo

APORTES EN ESPAÑOL	APORTES PARA EL TRABAJO
Determinación del tiempo estándar para la actualización de las ayudas visuales en una línea de producción de una empresa manufacturera	Recolección de datos por medio de tablas, software y técnicas de estudio, análisis de estos y realización aportes para el desarrollo de una eficiente productividad
Estudio de tiempos y movimientos en el área de evaporador trabajo en la empresa SEAH	Uso de metodologías como medición del trabajo y el estudio de métodos con el fin de disminuir los tiempos muertos, aumentar la capacidad y lograr tener mayor eficiencia.
Diagnostico situacional del canal frigorífico municipal de Riobamba a través del estudio de tiempos y movimientos	Técnicas de muestreo y métodos de recolección de datos, análisis de estos y el trabajo de campo en una organización.
Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo para el diseño de un plan de producción en la sección hornos rotativos de la empresa industria metálica Cotopaxi	Análisis de entorno, aplicación de los métodos de trabajo, comparativa de datos de un antes y un después de los aportes para obtener una mejor productividad.
estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fábrica casa blanca s.a.	Determinación de tiempos estándar, proposición de técnicas para elaborar las actividades de cada proceso de manera más eficiente y efectiva.
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	Ampliación de conceptos acerca de medir los tiempos de trabajo y aplicación de sistemas de tiempos determinados a través de códigos GSD

(Propia, 2020)

Tabla 2 Aportes en ingles al trabajo

APORTES EN INGLES	APORTES PARA EL TRABAJO
Time-and-motion study	This article explains a bit about how the study of times and movements positively affects companies since it eliminates and / or reduces those factors that generate delays in production processes.
Combined Time-Motion and Work Sampling Study in a General Medicine Clinic	reports on original research findings on topics related to research, planning, organization, financing, provision, and evaluation of health services.

(Propia, 2020)

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 Ingeniería Industrial

La Ingeniería Industrial tiene como función social, la integración y optimación de los recursos: humanos, materiales, económicos, de información y energía en los sistemas industriales y de servicios; así como incrementar la productividad, calidad, servicio y rentabilidad de los sistemas de actividad humana, para lograr una mayor competitividad, un mejor nivel de vida y bienestar económico y social de los integrantes de los sistemas. ⁹

El desarrollo de la ingeniería industrial radica en la aplicación de técnicas, métodos y procesos en todos los aspectos que interfieran con la dirección, procesos, distribución y aplicación a la producción y servicios que se le prestan y en todas las empresas u organizaciones donde opera.

En 1943 el comité de la Sociedad Estadounidense de Ingeniería Industrial para agilizar el trabajo del órgano de gobierno identificó un área de aplicación para la ingeniería industrial, llegaron a definir un cuadro de campo de aplicación de la ingeniería industrial. Sin embargo,

⁹ DIMEI (División de ingeniería y mecánica industrial). (s.f). Objetivo y responsabilidad social sobre la facultad de ingeniería industrial. <https://www.ingenieria.unam.mx/industriales/objetivo.php>

este consejo, debido al desarrollo tecnológico y al conocimiento científico, se está adaptando y posicionándose hacia un rol más inclusivo, basado en la demanda del mercado y la capacidad de adaptación a los cambios. Las actividades del Ingeniero Industrial están vinculadas a sistemas (procesos, subprocesos, actividades, tareas, etc.) empresariales u organizativos personas integradas en el sistema. Es por ello por lo que el entorno de la Ingeniería Industrial debe estar dentro de los sistemas tecnológicos, sociales y con mayor importancia en su carácter de producciones terminales (bienes o servicios) con visión productiva, vale decir la conjunción de los recursos con el valor agregado buscando los ideales de excelencia y calidad.¹⁰

4.2.2 Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos según (Criollo G. , 1998). Es un conjunto de procesos sistemáticos de operaciones existentes que introducen mejoras para facilitar aún más el desempeño del trabajo y permitir que se realice en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad de producción. La ingeniería de métodos implica el diseño, creación y selección de los mejores métodos de fabricación, procesos, herramientas, equipos y habilidades para fabricar un producto con base en los diseños desarrollados en esta sección. Cuando las mejores prácticas interactúan con las mejores habilidades disponibles, surgen relaciones productivas entre los trabajadores y las máquinas. Una vez que se establece el método, la responsabilidad de determinar el tiempo estándar requerido para fabricar un producto se convierte en parte de este trabajo. El objetivo final de la ingeniería de métodos es incrementar los beneficios de la empresa, analizando:

Elementos que analiza la ingeniería de métodos

- Materias primas, materiales, utensilios, productos de consumo.
- Espacio, área cubierta, depósito, bodega, instalaciones.

¹⁰ EcuRed. (23 de julio de 2019). Ingeniería. Jc, J. Recuperado el 09 de agosto de 2020 de <https://www.ecured.cu/Ingenier%C3%ADa>

- Tiempo de implementación y tiempo de preparación
- Energía humana y material mediante el uso racional de todos los medios disponibles

Alcances de la ingeniería de métodos

Según (García Criollo R. 1998). Los alcances de la ingeniería de métodos son:

- Diseñe, construya y elija lo mejor: varios métodos, procesos, herramientas, equipos y especialidades necesarios para fabricar un producto.
- El mejor método debe estar vinculado con las mejores técnicas o habilidades disponibles para una interfaz hombre-máquina efectiva.
- A continuación, determine el tiempo necesario para fabricar el producto según el alcance del trabajo.
- Cumplir con normas o estándares predeterminados, y los empleados sean adecuadamente compensados por su desempeño.

Los factores para tener en cuenta para el estudio de métodos son de dos tipos. Primero, los factores técnico-físicos, como el contenido de la tarea y el contexto físico alrededor del trabajador. En segundo lugar, psicosociales, especialmente sociales (interacciones individuales que tienen lugar debido a la estructura de la organización y la división del trabajo) e intrínsecas (sentimientos psicológicos internos que surgen al realizar un trabajo).¹¹

4.2.3 Estudio del trabajo

Según la Organización Internacional del Trabajo, en cualquier sistema organizativo hablando de trabajo, por eso las empresas investigan intentando optimizar sus recursos para obtener un producto o un servicio. Por esta razón, el trabajo representa el dinamismo de la empresa, ya que muestra un factor fundamental para incrementar la productividad de la empresa. Durante

¹¹ Criollo, R. (s.f). Estudio del trabajo. Segunda edición. Recuperado el 09 de agosto de 2020 de https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf

cualquier proceso en donde intervenga el hombre, se trata de ser los más eficientes, es por ello por lo que el Estudio del Trabajo presenta varias técnicas para aumentar la productividad.

(Jacobs, 2009) expresan que existen cuatro técnicas básicas para medir el trabajo y establecer los estándares. Hay dos métodos de observación directa y dos de observación indirecta. Los métodos directos son el estudio de tiempos, en cuyo caso se utiliza un cronómetro para medir los tiempos del trabajo, y el muestreo del trabajo, los cuales implican llevar registro de observaciones aleatorias de una persona o de equipos mientras trabaja.

(Niebel, 1996) define el estudio del trabajo genéricamente como ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

Según (Kanawaty, 1996) Son muchos los factores que intervienen en la productividad de cualquier empresa, su importancia varía de acuerdo con la naturaleza de las actividades y dependen unos de otros. Hay una serie de técnicas para aumentar la productividad, sin mencionar la inversión de capital en plantas y equipos, con el supuesto de que la productividad puede aumentarse utilizando los recursos existentes. Casi siempre es posible un aumento sustancial invirtiendo grandes sumas de capital en mejoras de plantas y equipos. ¿Qué resultados se pueden obtener a partir de las técnicas como el análisis y estudio del trabajo para mejorar el uso de los recursos existentes, en comparación con la inversión de capital en nuevas instalaciones? Se descubrirá que uno de los medios más eficaces para aumentar la productividad a largo plazo es la invención de nuevos procesos y la modernización de la maquinaria. Sin embargo, esta solución a menudo requiere una gran financiación y puede conducir a la salida. Además, tratar de resolver el problema del aumento de la productividad mediante la adquisición continua de tecnologías innovadoras puede obstaculizar los esfuerzos por aumentar las oportunidades de empleo. En cambio, el estudio del trabajo tiende a abordar el problema del

aumento de la productividad analizando sistemáticamente las actividades, los procedimientos y los métodos de trabajo actuales para mejorar su eficacia. Por lo tanto, la investigación laboral aumenta la productividad sin inversión de capital adicional o sin ella.

Procedimiento básico para el estudio del trabajo

Según (Kanawaty, 1996) Es preciso recorrer ocho etapas fundamentales para realizar un estudio del trabajo completo, a saber:

- Seleccionar el trabajo o proceso que estudiar.
- Registre observando directamente lo que está sucediendo, utilizando las técnicas más adecuadas y organice los datos de la manera que sea más holgada para el análisis.
- Examinar críticamente los datos registrados, preguntando si lo que se hizo fue justificable, dependiendo del propósito de la actividad; sede; el orden en que se realiza; por quién y los medios utilizados.
- Diseñar el método más económico teniendo en cuenta todos los casos.
- Mida la cantidad de trabajo requerido por el método elegido y calcule el tiempo habitual para hacer ese trabajo.
- Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente para que se pueda determinar en cualquier momento.
- Implementar el nuevo método como una práctica generalmente aceptada con el tiempo programado.
- Mantener las nuevas prácticas existentes mediante procedimientos de control adecuados.

Los pasos 1, 2 y 3 son inevitables ya sea que esté utilizando técnicas de investigación metodológica o medición del trabajo; el 4 es parte del estudio de métodos actuales, mientras que 5 requiere medición del trabajo.¹²

4.2.4 Estudio de tiempos y movimientos

4.2.4.1 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica que se utiliza para medir el tiempo de trabajo que toma cada proceso en la producción de bienes, además este tipo de técnica también busca incrementar la productividad de la organización, al eliminar una forma sistemática de actividades que no agregan valor al proceso y es la base para la estandarización del tiempo de las actividades. Para llevar a cabo un adecuado estudio del tiempo de trabajo en una empresa se debe utilizar las distintas técnicas o herramientas útiles, dentro de las herramientas necesarias se destaca el cronometro, que se utiliza con la finalidad de establecer el tiempo necesario en cada proceso hasta llegar al producto final (Menendez, 2018).

(Guanoluisa, 2014) establece que el estudio de tiempos es una técnica utilizada para obtener un tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo una actividad. Establecer estándares para las tareas o lagunas por fatiga o retrasos personales e inevitables y así crear oportunidades para la resolución de problemas en aspectos del proceso o manufactura. La investigación es ahora utilizada en la mayoría de las organizaciones, ya que permite determinar el tiempo requerido para cada proceso y así evita el alto porcentaje de no productividad que afecta la eficiencia del trabajo implementado, con el objetivo de aprovechar todos los recursos disponibles.

De acuerdo con lo expresado por (Hernandez, 2015) el estudio de tiempos es una técnica aplicada para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo que debe asignarse a una persona, conocedora de su trabajo, para

¹² Kanawaty, G. (1996). Introducción al estudio del trabajo. cuarta edición (revisada). Pág 36. Recuperado el 09 de agosto de 2020 de <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>

llevar a cabo una tarea determinada. Este tiempo debe corresponder a un método de trabajo establecido y también debe ser justo y equitativo, tanto para el operador como para la empresa. Según menciona el autor (Hernandez, 2015) el estudio de tiempo es necesaria para los elementos siguientes:¹³

- Personal
- Procesos
- Fabricación
- Dirección
- maquinaria

Según lo expresado por el autor (Rivero, 2015) las ventajas del estudio de tiempo son:¹⁴

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y reducir los costos.
- Realizar la producción sin sacrificar la disponibilidad de recursos energéticos.
- Ofreciendo productos que es cada vez más fiable y de calidad.
- Elimina o reduce los movimientos ineficientes y acelerar los movimientos efectivos.

(Criollo G. , 1998) dice que se deben compaginar las mejores técnicas y habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente combinación. Una vez que se establece un método, la responsabilidad de determinar el tiempo necesario para fabricar el producto pasa a formar parte de este trabajo. También incluye la responsabilidad de asegurar que se cumplan los objetivos o estándares predeterminados y que los trabajadores sean compensados de manera justa por los resultados de sus actividades. Estas medidas también incluyen la identificación del problema

¹³ Hernández, D. (2015). Estudio de tiempos y movimientos en la empresa. Consultado el 15 de septiembre de 2020. <https://germenstartup.wordpress.com/2015/01/12/estudio-de-tiempos-y-movimientos-en-la-empresa/>

¹⁴ Rivero, E. (2015). estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de salcajá. Recuperado el 15 de septiembre de 2020 de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/01/01/Rivera-Erick.pdf>

asociado con el costo esperado, la reparación del trabajo en las diferentes actividades y el análisis de cada uno para identificar los procesos de negocio más económicos de acuerdo con el rendimiento considerado, utilizando el marco de tiempo adecuado y, en última instancia, las acciones necesarias para asegurar que el enfoque especificado se implemente por completo.

Elementos y preparación para el estudio de tiempos

Según (Fonseca, 2002) es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio¹⁵.

Preparación

- Operación seleccionada
- Seleccionar trabajador
- Realiza análisis de verificación del método de trabajo.
- Se establece una actitud hacia los trabajadores.

Ejecución

- La información se recopila y se registra
- Las tareas se dividen en elementos.
- Está cronometrado.
- Se calcula el tiempo observado.

Valoración

- Se valora el ritmo de vida normal de los trabajadores ordinarios.
- Técnicas de valoración aplicadas.

¹⁵ Fonseca. (2002). ESTUDIO DE TIEMPOS. Consultado el 15 de septiembre de 2020. De <https://www.monografias.com/trabajos27/estudio-tiempos/estudio-tiempos.shtml>

- Tiempo base o tiempos valido calculado.
- Análisis de retardos.
- Estudio de fatiga.

Equipo utilizado

Según (Niebel, 1996) el estudio de tiempos exige cierto material fundamental como lo son: un cronómetro o tabla de tiempos, una hoja de observaciones, formularios de estudio de tiempos y una tabla electrónica de tiempos. Se utilizan comúnmente dos tipos de cronógrafos, el cronógrafo regular y el cronógrafo reiniciado. En cuanto a la toma de datos de tiempos, se utiliza una tabla del tamaño adecuado donde el analista sostiene cómodamente la hoja de observación, con un reloj fijado en la parte superior para el cronometraje. La hoja de observación contiene una serie de datos como nombre del producto, nombre de la pieza, número de pieza, fecha, operador, actividad, nombre de la máquina, número de observaciones, división de la actividad en elementos, grado, tiempo promedio, tiempo normal, tiempo estándar, objetivo por hora, objetivo por día y nombre del observador.

La hoja de tiempo electrónica es una hoja de trabajo creada en Excel en la que se inserta el tiempo de observación y calcula automáticamente el tiempo estándar, la producción por hora, la producción por turno y el número de operadores requeridos.

4.2.4.2 Estudio de movimientos

Según (Peres, 2014) la técnica moderna de estudio de movimientos se puede definir como el estudio de los movimientos corporales que se utilizan para realizar una operación, para mejorar la operación mediante la eliminación de movimientos innecesarios, simplificación de

movimientos necesarios y posteriormente la determinación de la secuencia de movimientos más favorable para obtener una máxima eficiencia.¹⁶

Los principios par ahorro de movimientos también está en la ergonomía brindada al obrero en cada sitio de trabajo. Según (Kanawaty, 1996) el principio de ahorro de energía es relativos a:

El uso del cuerpo humano

- ✓ Ambas manos deben iniciar y completar los elementos básicos o división del trabajo simultáneamente, y no deben dejar de trabajar al mismo tiempo, excepto en reposo.
- ✓ Los movimientos de la mano deben ser simétricos y realizarse simultáneamente lejos y cerca del cuerpo.
- ✓ Siempre que sea posible, el impulso físico o el impulso deben utilizarse como ayuda para el trabajador y minimizarse cuando sea necesario resistirlo mediante un esfuerzo muscular.
- ✓ El movimiento curvilíneo continuo es preferible al movimiento lineal que implica un cambio de dirección repentino y repentino.
- ✓ Asegurándose de que todo el trabajo que se puede hacer con los pies se realiza al mismo tiempo que todo el trabajo que se puede hacer con las manos.
- ✓ El dedo anular y el pulgar son más fuertes para el trabajo.
- ✓ El pie no puede accionar el pedal con eficacia cuando el operador está de pie.
- ✓ La torsión debe hacerse con los dedos flexionados.
- ✓ Para agarrar herramientas, use falanges o segmentos de dedos más cercanos a la palma.

Disposición y condiciones de ergonomía en el sitio de trabajo

- ✓ Se deben asignar posiciones fijas a todas las herramientas y equipos.

¹⁶ Peres. (2014). Definición de estudio de movimientos. Consultado el 15 de septiembre de 2020. De <https://sites.google.com/site/et11221057312211582/definicion-de-estudio-de-movimientos>

- ✓ Se recomiendan tanques de alimentación por gravedad de caída o deslizamiento para reducir el alcance y el tiempo de viaje.
- ✓ Todos los materiales y herramientas se colocarán dentro de la circunferencia de trabajo normal, tanto en el plano horizontal como en el vertical.
- ✓ Los operadores deben tener un asiento cómodo de la altura y el estilo adecuados para que puedan sentarse en la postura correcta. La altura de la superficie de trabajo y la altura del asiento deben combinarse para permitir que el operador trabaje alternativamente sentado o de pie.
- ✓ Debe haber suficiente luz, ventilación y temperatura.
- ✓ Se deben considerar los requisitos de imagen o visibilidad de la estación de trabajo.
- ✓ Un buen ritmo es fundamental para lograr un funcionamiento suave y automático.
- ✓ Deben aplicarse reglas ergonómicas en el diseño del lugar de trabajo. Para sentarse, debe adoptar la pose de la figura.

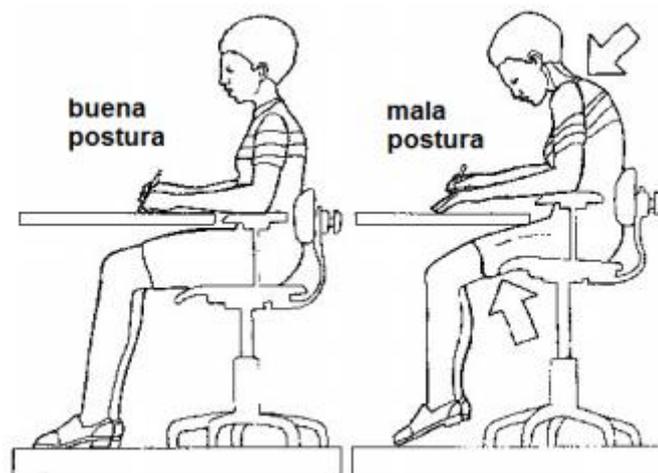


Ilustración 2 Posturas para trabajo (Criollo G. , Estudio del trabajo)

Diseño de herramientas y equipo

- ✓ Es recomendable realizar múltiples operaciones de las herramientas, si es posible, combinando dos o más de ellas en una.

- ✓ Todas las palancas, manijas, manivelas y otros controles deben ser fácilmente accesibles para el operador.
- ✓ Las piezas deben mantenerse en su lugar mediante dispositivos de sujeción.
- ✓ Siempre busque la posibilidad de utilizar herramientas mecanizadas o semiautomáticas, como destornilladores llaves rápidas, etc.

4.2.5 Logística inversa

El medio ambiente natural de las empresas con una gran capacidad en gestión de calidad demostrada son aquellas empresas que deberían ser capaces de acumular los recursos necesarios para evitar la contaminación a diferencia de aquellas empresas que no poseen dicha capacidad de gestión (Hart, 1995). La planificación medio ambiental en las empresas manufactureras no es suficiente con la planificación con mejores durante la retirada de productos y materiales, al contrario, se necesita re priorizar el consumo y revisar y controlar dichas prácticas de producción en orden de fabricar productos más sostenibles con el fin de poder ser reusados. Estas medidas reducirían la demanda de materiales y energía en los procesos industriales con el objetivo de tener una industrialización más sustentable (white, 2003).

Según (Fernandez, 2006), las industrias se pueden clasificar de acuerdo con su desarrollo medioambiental en cuatro niveles:

Nivel 1: Tecnologías para reparar. Esta es una fase reactiva, donde la meta es el cumplimiento de las regulaciones gubernamentales en materia ambiental, se solucionan los problemas una vez provocados (end-of-pipe, en inglés) y la empresa actúa defensivamente (Winsemius y Guntram, 1992). El control de la contaminación se logra mediante la instalación de maquinaria y equipos donde se tratan los gases de escape y afluentes para este fin. Bajo esta orientación y aunque el control de la contaminación ambiental se ha convertido en uno de los objetivos de la mayoría

de las empresas y gobiernos, su minimización o mitigación se ha centrado en soluciones a posteriori, es decir, una vez que el daño está hecho (De Lisio, 1999, p.15).

Nivel 2: Lograr certificaciones. Ya en 1998 se publicó la norma ISO 14000, que trata los criterios básicos del impacto medioambiental de una empresa. Las certificaciones ISO 9000 e ISO 14000 indican que una organización cumple con los estándares ambientales y de calidad. Los trabajos de Carazo (1999) y Bansal y Bogner (2002) esbozan la importancia de las normas ambientales ISO 14000, con especial referencia a la norma ISO 14001. Las normas de certificación ISO 14000 para empresas medioambientales son cada vez más importantes gracias al reconocimiento de las normas de certificación de calidad ISO 9000.

Nivel 3: Evite la contaminación. En este nivel, las emisiones y los afluentes se reducen, reemplazan o no se crean, mediante la sustitución de materiales, el reciclaje o la innovación de procesos. En esta fase, al tener que asumir la responsabilidad por los daños que pueden causar los productos desde que nacen hasta que desaparecen, se abre una nueva forma de trabajar con proveedores, clientes y sobre todo con la competencia para conseguir objetivos comunes como la recogida de residuos, el reciclaje y etiquetado de los productos “verdes”. Se le da cabida a la innovación (Winsemius y Guntram, 1992).

Nivel 4: Innovar en producciones y productos ambientales. Conocida también como fase proactiva, el desafío medioambiental se incorpora como un elemento de calidad en la gestión (Winsemius y Guntram, 1992). El cambio ambiental se internaliza en toda la organización y, al mismo tiempo, se enfoca en el cliente, entregando productos y servicios al mismo costo. El objetivo es cero emisiones. La idea es que las empresas puedan ver ecología una fuente de innovación y una estrategia comercial con beneficios económicos (Beiry y Rondinelli, 1998).¹⁷

¹⁷ Bustos, F. Carlos, E. (2015). *La logística inversa como fuente de producción sostenible*. Tomado el 3 de noviembre de 2021. De <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25739666002> (pág. 9-11)

4.3 MARCO CONCEPTUAL

4.3.1 Estudio de métodos

El estudio de métodos y movimientos, inicio su existencia gracias a los estudios de Frederick Taylor siendo considerado como el padre del moderno estudio de tiempos ya que fue el primero en emplear un cronometro para la determinación del tiempo y los cálculos para el estudio de movimientos. Según el estudio de métodos, generalmente es necesario comenzar en un sistema de producción, es decir “el proceso” y posteriormente llegar a lo más particular, es decir “la operación”

Cuando se habla de métodos de trabajo se refiere a un conjunto de técnicas y procedimientos para que las actividades se realicen sin ningún riesgo para el operario, en condiciones normales.

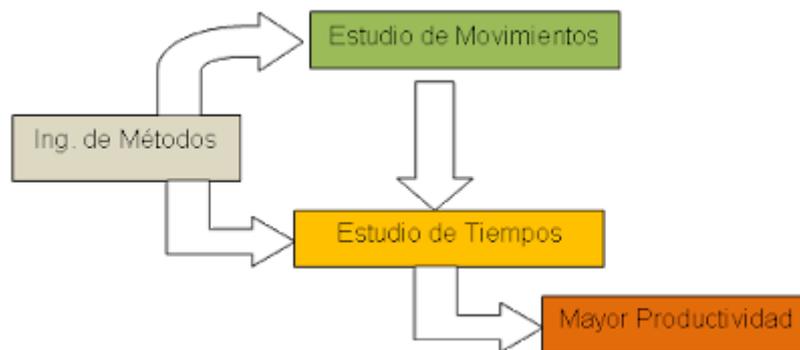


Ilustración 3 Estudio de métodos (Lopez, 2019)

La ingeniería de métodos es una importante técnica del estudio del trabajo basado en el registro y examen critico de la metodología utilizada por los operarios para llevar a cabo una actividad u operación. El objetivo principal del estudio de métodos es aplicar métodos más simples y efectivos para que de esta manera se pueda aumentar la productividad de cualquier

organización. El estudio de métodos sistemáticos contribuye a la realización del proceso básico del estudio de una obra, el cual consta de siete etapas que son:¹⁸

Tabla 3 etapas del estudio de tiempos

ETAPAS	ANALISIS DEL PROCESO	ANALISIS DE LA OPERACIÓN
Seleccionar el trabajo al cual se analizará	Teniendo en cuenta consideraciones económicas. Respuestas técnicas y reacciones humanas	Teniendo en cuenta consideraciones económicas. Respuestas técnicas y reacciones humanas
Registrar toda la información referente al método actual	Diagrama del proceso actual: Sinóptico, analítica y de recorrido	Diagrama de operación bimanual actual
Examinar críticamente lo registrado	La técnica del interrogatorio: preguntas preliminares	Preguntas preliminares a la operación completa
Idear el método proceso	La técnica del interrogatorio: Preguntas de fondo	Preguntas de fondo a la operación completa
Definir el nuevo método (propuesto)	Diagrama de proceso propuesto: Sinóptico, analítica y de recorrido	Diagrama de operación bimanual del método propuesto
Implantar el nuevo método	Participación de la mano de obra y relaciones humanas	Participación de la mano de obra y relaciones humanas
Mantener en uso el nuevo método	Inspeccionar regularmente	Inspeccionar regularmente

FUENTE: (propia, 2020)

¹⁸ Lopez, B. (2019). Ingeniería de Métodos. Consultado el 15 de septiembre de 2020. De <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-metodos/>

4.3.2 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo de las fases que componen el proceso de producción. Es necesario hacer esta grabación de una determinada manera y utilizando técnicas específicas que consisten en medir los tiempos de manera específica y detallada y así determinar los tiempos estándar tanto para el ensamblaje de piezas como para identificar otras actividades tales como: retrasos, averías, tiempos muertos, cuellos de botella, etc.

Estudio de tiempos por cronometro

¿Cuándo sucede?:

- ✓ Cuando es necesario realizar una nueva actividad, operación o tarea.
- ✓ Los trabajadores o sus representantes presentan quejas durante la operación.
- ✓ Hay un retraso debido a una operación lenta, lo que resulta en un retraso de otras operaciones.
- ✓ Tiene como objetivo establecer las horas estándar de un sistema de incentivos.
- ✓ Hay baja productividad o tiempo de inactividad excesivo de una máquina o un grupo de máquinas.

Tiempo básico

Se define como "tiempo mínimo irreducible que se calcula a partir de los tiempos elementales de una tarea de trabajo". Una tarea de operación o actividades de trabajo son un conjunto de actividades necesarias para completar el desempeño de un proceso o producto. Cada misión se compone de varios movimientos básicos.

Es el que se tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo, o sea:

Ecuación 1 Tiempo básico para estudio

$$\text{tiempo básico} = \frac{\text{Tiempo observado} * \text{Valor del ritmo observado}}{\text{Valor del ritmo tipo}}$$

$$tb = \frac{P * V}{Vt}$$

Tiempo estándar

Según (Meyers, 2000) define el tiempo estándar como: El valor de una unidad de tiempo para la realización de una tarea, como lo determina la aplicación apropiada de las técnicas de medición de trabajo efectuada por personal calificado. Por lo general, se establece aplicando las tolerancias adecuadas para el tiempo.

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo que le toma a un operador capacitado y calificado promedio trabajar a velocidad normal para completar la operación.

Ventajas de los tiempos estándar

(Meyers, 2000) Menciona las ventajas de aplicación de tiempos estándar.

- a. **Reducción de los costos:** Al eliminar las ineficiencias del trabajo y el tiempo de inactividad, la relación de velocidad de producción es mayor, lo que significa que se producen más unidades al mismo tiempo.
- b. **Mejora de las condiciones obreras:** La jornada normal permite establecer un sistema salarial con incentivos en el que los trabajadores, al producir un número mayor de unidades de las que se pueden obtener a la tarifa normal, reciben una remuneración adicional.

El tiempo estándar se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos incluidos en el estudio de tiempos. El tiempo base o el tiempo asignado se evalúa multiplicando el tiempo básico promedio transcurrido por el factor de conversión.

Ecuación 2 Tiempo estándar

Tiempo estándar

$$= \textit{Tiempo básico} + \textit{Tiempo suplementario} + \textit{Tiempo improductivo}$$

Tiempo suplementario

Según (Meyers, 2000) todo proceso de producción está sujeto a variaciones inevitables que se originan de acuerdo con las características humanas y de los sistemas involucrados. Las horas extraordinarias son el tiempo consumido por las deficiencias del producto y el proceso, el diseño y la fatiga. Las horas extraordinarias se calculan como un porcentaje del tiempo base y se establecen a partir de una investigación específica de la empresa.

Según (Kanawaty, 1996) los suplementos por descanso son la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico en el caso que se requiera determinar el tiempo estándar de la operación. Otras adiciones como: por circunstancias de fuerza mayor, por razones de política de la empresa y adiciones especiales no aplican en este proyecto porque se trata de determinar el tiempo que los empleados necesitan para realizar un determinado trabajo. El uso de la siguiente tabla es obligatorio.

Tabla 4 Para suplementos

VALORACIÓN DE SUPLEMENTOS		OIT: Ejemplo sin valor normativo	
SUPLEMENTOS CONSTANTES			
	H	M	
A. Suplementos por necesidades personales	5	7	
B. Suplemento base por fatiga	4	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES			
	H	M	H M
A. Suplementos por trabajar de pie	2	4	
B. Suplemento por postura anormal			
Ligeramente incómoda	0	1	
Incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (acostado, estirado)	7	7	
C. uso de fuerza/Energía muscular (Levantar, tirar, empujar [Kg])			
2,5	0	1	
5	1	2	
7,5	2	3	
10	3	4	
12,5	4	6	
15	5	8	
17,5	7	10	
20	9	13	
22,5	11	16	
25	13	20max	
30	17	-	
33,5	22	-	
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente por debajo	5	5	
E. Condiciones atmosféricas			
Índice de enfriamiento de Kata			
16	0	0	
8	10	10	
4	45	45	
2	100	100	
F. Concentración intensa			
Trabajos de cierta precisión	0	0	
Trabajos precisos o fatigosos	2	2	
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5	
G. Ruido			
Continuo	0	0	
Intermitente y fuerte	2	2	
Intermitente y muy fuerte	5	5	
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo	1	1	
Atención dividida, muchos objetos	4	4	
Muy complejo	8	8	
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono	0	0	
Trabajo bastante monótono	1	1	
Trabajo muy monótono	4	4	
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido	0	0	
Trabajo bastante aburrido	2	1	
Trabajo muy aburrido	5	2	

FUENTE: (Estudio del trabajo (cuarta edición))

En las adiciones restantes, se dividen en: Suplementos fijos y variables.

Suplementos fijos

- Suplementos para necesidades personales: tiempo para beber agua, ir al baño, lavarse las manos, etc.
- Suplemento de fatiga: se aplica para compensar la energía gastada durante el desempeño laboral y aliviar la monotonía. En este caso, en esta etapa, son 10 minutos que los empleados almuerzan a las 10 a.m.

Suplementos variables

Se agregan cuando las condiciones de funcionamiento difieren de las especificadas; Ejemplo: cuando las condiciones ambientales no son las más eficientes para realizar un trabajo, se incrementa el esfuerzo y el estrés para realizar una determinada tarea.

Tiempos improductivos

Aunque es parte del tiempo estándar, es importante mantenerlo separado ya que surge independientemente de aspectos tales como el diseño, los métodos y las propiedades o detalles del producto.

4.3.3 Estudio de movimientos

Es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos realizados por el cuerpo humano al realizar un trabajo. La meta es reducir o eliminar movimientos y facilitar o acelerar los movimientos eficientes, lo que resulta en un trabajo más fácil y en un aumento de la productividad.

El estudio de movimientos es de dos tipos:

1. El estudio visual de los movimientos: Incluye la observación cuidadosa de la operación y el desarrollo de un diagrama de flujo del operador, con el análisis del diagrama de flujo correspondiente.
2. El estudio de micro movimientos: Se aplica solo en los casos de tareas de mayor actividad, de gran repetición y duración.

Los Therbligs son grupos de movimientos o divisiones de las actividades humanas y va relacionado con el estudio de micro movimientos, este grupo de movimientos se encuentran divididas en dos grupos, Therbligs Eficientes y Therbligs Ineficientes tal y como se evidencia en la siguiente tabla.

Tabla 5 micro movimientos

Therbligs Eficientes	Therbligs Ineficientes
alcanzar (AL)	buscar (B)
tomar (T)	seleccionar (S.E)
mover (M)	inspeccionar (I)
soltar (S.L)	demora evitable (D.E.T)
ensamblar (E)	demora inevitable (D.I)
desmontar (D.E)	colocar en posición (P)
usar (U)	descansar (D.E.S)
preparar posición (P.P)	sostener (S.O)
	planear (P.L)

FUENTE: (propia, Ingenieria Industrial Online.com, 2019)

Los therbligs eficientes son aquellos movimientos que generan valor a la operación, contribuyen directamente al desarrollo del trabajo, se pueden reducir, pero es difícil eliminarlos totalmente. Por el contrario, los therbligs ineficientes son aquellos que no agregan valor al trabajo y por ello deben ser eliminados.

Therbligs Eficientes:

- **Alcanzar:** Representa el movimiento de la mano vacía, sin resistencia hacia o desde un objeto. La división básica del ataque se conoce como el "transporte hueco", en la sinopsis original de Gilbreth. Sin embargo, la mayoría de los expertos en métodos aceptan hoy un plazo más corto. El alcance comienza cuando la mano se mueve hacia el objeto o la ubicación y termina tan pronto como termina el movimiento, cuando alcanza el objeto o la ubicación. El alcance casi siempre va precedido de relajación y seguido de sujeción. Por supuesto, el tiempo que lleva completar un pentagrama depende de la distancia recorrida por la mano. Cuando se aprieta, la brecha se puede

clasificar como un objetivo de calor y generalmente no se puede eliminar del ciclo de trabajo. De todas maneras, se puede reducir, acortando la distancia necesaria para llegar.

- **Tomar o sujetar:** Sujetar es el movimiento básico de la mano, cuando los dedos están cerrados en una parte, durante una actividad. Este therblig es una medida eficaz y, a menudo, no se puede eliminar, aunque en muchos casos se puede mejorar. Comienza cuando los dedos de cada mano comienzan a cerrarse alrededor del objeto, para controlarlo, y termina tan pronto como se logra el control. Estudios detallados han demostrado que existen ciertos tipos de fijación, algunos tardan hasta tres veces más que otros. Se deben hacer esfuerzos para minimizar el número de operaciones de apriete durante el ciclo de servicio y las piezas a sujetar deben colocarse de manera que se pueda utilizar el tipo de abrazadera más simple.

Las preguntas contradictorias que pueden ayudar a mejorar la necesidad o mantener la temperatura tomada en un ciclo son:

- ✓ ¿Se debe recomendar al operador que conserve más de una pieza a la vez?
 - ✓ ¿Se puede utilizar “sujetar-contacto” en lugar de “sujetar-levantar”?
 - ✓ ¿Se puede simplificar la recolección o la sujeción de piezas pequeñas colocando un borde en la caja?
 - ✓ ¿Se pueden disponer las piezas u objetos para facilitar su manipulación?
- **Mover:** Esta es la división básica para representar el movimiento de una mano con un peso. El peso puede estar en forma de presión. Mover originalmente se llamaba "Transporte con carga". Esta alineación térmica comienza tan pronto como la mano baja el peso, se mueve a una posición y termina, cuando el movimiento se detiene, cuando llega al destino. El tiempo que lleva realizar el movimiento depende de la distancia recorrida, el volumen recorrido y el tipo de movimiento. Mover es un therblig objetivo

y difícil de eliminar del ciclo de trabajo. Sin embargo, el tiempo necesario para realizar el movimiento se puede reducir, ya sea negociando distancias, reduciendo peso, o mejorando el tipo de movimiento mediante una reducción de la gravedad o un transportador al final del movimiento, por lo que no es necesario, necesidades. para transportar el objeto a ser transportado a un lugar específico.

La movilidad y el acceso de Therblig se pueden mejorar haciendo y respondiendo las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Es posible eliminar alguno de estos elementos?
 - ✓ ¿La distancia se puede acortar cómodamente?
 - ✓ ¿Como se utilizan los mejores soportes, es decir, transportador, mano, torsión, abrazadera, etc.?
 - ✓ ¿Miembro del cuerpo exacto utilizado, es decir, dedos, brazos, cintura, hombros?
 - ✓ ¿Se pueden utilizar tuberías por gravedad?
 - ✓ ¿Se puede realizar el transporte por medios mecánicos y dispositivos accionados por vacío?
- **Soltar:** ocurre cuando el operador deja el control del objeto. soltar es un Therblig que funciona en el menor tiempo posible y puede hacer muy poco para mejorar el tiempo que este Therblig objetivo está en funcionamiento.

Soltar comienza cuando los dedos comienzan a separarse de la parte controlada y termina cuando los dedos mismos se sueltan de la parte. Este Therblig casi siempre está precedido por un mover o colocar y seguido por alcanzar.

Para optimizar “soltar”, el analista debe cuestionarse lo siguiente:

- ✓ ¿Puede caerse durante el transporte?
- ✓ ¿Podemos usar una catapulta mecánica?
- ✓ ¿Las cajas de almacenamiento de piezas están diseñadas y dimensionadas correctamente después de salir de fábrica?

Cuando haya terminado de soltar, ¿está su mano en una posición más favorable para el próximo Therblig?

- ✓ ¿Es posible eliminar varias entradas?
- **Ensamblar:** Es la división fundamental que tiene lugar cuando se unen dos piezas de ajuste. Esta es otra alineación térmica objetivo y se puede mejorar más fácilmente que eliminar. El montaje casi siempre va precedido de una posición o desplazamiento, seguido de una liberación. Comienza, cuando las dos partes están en contacto, y termina, cuando se completa el elemento único.
- **Desmontar:** Es lo opuesto al montaje y tiene lugar cuando dos partes respectivas se separan.
- **Usar:** Es un Therblig completamente objetivo y ocurre cuando una o ambas manos controlan un objeto, mientras se realiza un trabajo efectivo. Cuando ambas manos apoyan una función contra el molino, "Utilizando" será la alineación térmica que indica el funcionamiento exacto de ambas manos. Después de colocar el destornillador en la cabeza del tornillo, el uso comenzará cuando el tornillo comience a penetrar. La duración de esta alineación térmica depende del tipo de operación y habilidad del operador; es fácil de estudiar, ya que este therblig "hace avanzar la operación hacia su objetivo".

Mientras investiga los tres therbligs de destino para el montaje, desmontaje y uso, se debe pensar en las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Es posible utilizar un modelo o dispositivo?
 - ✓ ¿La carga de trabajo es adecuada para equipos automatizados?
 - ✓ ¿Es práctico ensamblar en varias unidades?
 - ✓ ¿Se puede utilizar una herramienta más eficaz?
 - ✓ ¿Se pueden usar sombreros?
 - ✓ ¿Opera la herramienta a las velocidades y con el avance más eficiente?
 - ✓ ¿Tiene que usar una herramienta eléctrica?
- ✓ **Preparar posición o colocación previa:** El reposicionamiento es un elemento de trabajo que implica colocar un objeto en una posición predeterminada, de modo que se pueda sostener en la posición donde se sostendrá, según sea necesario.

El reposicionamiento a menudo se produce junto con otros tipos de therbligs, uno de los cuales es la migración. Esta es la división básica de colocar una pieza, dejándola en un lugar conveniente a su llegada. Es difícil cronometrar una posición anterior, ya que se trata de una alineación térmica que rara vez se puede aislar. La posición anterior tendrá lugar al alinear el destornillador, mientras se mueve hacia el tornillo para retirar.

Las siguientes preguntas ayudarán al analista a estudiar el therblig antes de colocar.

- ✓ ¿Es posible utilizar un dispositivo en la estación de trabajo para sostener herramientas en posición física con sus mangos levantados?
- ✓ ¿Se pueden colgar las herramientas?
- ✓ ¿Es posible utilizar una guía?
- ✓ ¿Puedo usar un alimentador preparado?
- ✓ ¿Se puede utilizar un dispositivo para aplicar piezas?

- ✓ ¿Se puede usar un dispositivo que rote?

Therbligs ineficientes:

- ✓ **Buscar:** Es el elemento básico de la operación que se utiliza para localizar un objeto.

Esta es la parte del ciclo en la que el ojo o la mano detecta el objeto.

Buscar es un therblig que el analista siempre debe intentar eliminar. Las estaciones de trabajo bien planificadas permiten un trabajo continuo, por lo que el operador no necesita hacerlo. Proporcionar una ubicación precisa para cada herramienta y pieza es una forma conveniente de realizar una búsqueda fuera de la estación de trabajo.

Un empleado nuevo, o uno que es nuevo en el trabajo, debe utilizar la investigación con regularidad para desarrollar la gama completa de habilidades e ingenio

- ✓ **Seleccionar:** Esta es la alineación térmica realizada cuando el operador selecciona un componente entre dos o más componentes similares. Este therblig sigue un procedimiento de búsqueda y es difícil de determinar incluso mediante procedimientos que estudian los micro movimientos al final de la búsqueda y al comienzo de la selección. La selección a veces puede existir sin investigación previa, especialmente cuando se trata de un ensamblaje selectivo, la selección también puede clasificarse como therbligs ineficientes y debe eliminarse, en la medida de lo posible, del ciclo de trabajo proporcionando una mejor distribución de la estación de trabajo y control de las piezas.

Para eliminar este therblig el analista debe preguntarse:

- ✓ ¿Son intercambiables las partes genéricas?
- ✓ ¿Se pueden estandarizar las herramientas?
- ✓ ¿Se guardan las piezas y los materiales en la misma caja?
- ✓ ¿Podemos utilizar estantes o bandejas para organizar las piezas?

- ✓ **Inspeccionar:** La inspección es parte de la actividad, realizada por un operador para asegurarse de que ha producido un objeto de calidad aceptable.

Se realiza un examen con el objetivo principal de comparar un objeto con un estándar. No suele ser difícil distinguirlo, ya que el ojo está pegado al objeto y observa el retraso, mientras la mente decide entre aceptar o rechazar la parte generada. El tiempo de prueba depende de la severidad del estándar y la desviación de la sección en cuestión. Si un operador saca todas las canicas azules de la caja, le tomará muy poco tiempo decidir qué hacer con las canicas rojas. Sin embargo, si hubiera elegido una canica violeta, todavía dudaría un poco en renunciar a ella o rechazarla.

Los analistas pueden mejorar el therblig inspeccionar comprobando los siguientes problemas

- ✓ ¿Podemos utilizar más de un dispositivo de prueba o calibración?
 - ✓ ¿Se puede quitar el cheque o combinarlo con otra operación o alineación térmica?
 - ✓ ¿Se puede reducir el tiempo de inspección con una mejor iluminación?
 - ✓ ¿Están los objetos probados a una distancia adecuada de los ojos del operador?
 - ✓ ¿La radiografía facilita el examen?
 - ✓ ¿Tiene el ojo eléctrico alguna aplicación?
- ✓ **Demora evitable:** Cualquier tiempo de inactividad que se produzca durante el ciclo de trabajo y del que solo el operario es responsable, ya sea intencional o no intencionalmente, se ha clasificado bajo el nombre de Retrasos Evitables. De este modo, si un operador sufre un acceso de tos durante la operación, tal detención podría ser evitable, porque normalmente no aparecería en el ciclo. La mayor parte de los posibles

retrasos evitables pueden ser evitados por el operador, sin cambiar el método o el proceso que sigue el trabajo.

- ✓ **Demora inevitable:** Inevitabilidad de retrasos, son las interrupciones que el operador no puede evitar, en la continuidad del trabajo. Representa el tiempo muerto en el ciclo de trabajo de parte de una o de ambas manos, según la naturaleza del proceso. Por ejemplo, cuando un operador alimenta manualmente un taladro, con la mano derecha, la mano izquierda representa un retraso inevitable. Ya que el operador no puede controlar los retrasos inevitables, será necesario cambiar de algún modo el proceso, si se les quiere eliminar del ciclo.

- ✓ **Colocar en posición:** Colocar es un elemento de trabajo que implica poner un objeto, de modo que quede orientado en un sitio específico.

El therblig colocar tiene lugar en forma de duda, mientras la mano o manos tratan de colocar la parte, de modo que el siguiente trabajo pueda ejecutarse con más facilidad. En realidad, colocar, puede ser la combinación de varios movimientos rápidos. Colocar en un dado, con cierto contorno, puede ser un ejemplo clásico de colocar. Colocar generalmente va precedido por un mover y seguido de soltar; principia en cuanto la mano o manos que controlan el objeto, comienzan a agitarse, volverse, torcerse o deslizar la parte, para dirigirlo al lugar correcto y terminar, tan pronto como la mano comience a dejar el objeto.

Colocar a menudo se puede eliminar o mejorar respondiendo estas y otras preguntas contradictorias.

- ✓ ¿Pueden actuar como guías dispositivos como: tolvas, boquillas, topes, soportes oscilantes, pasadores de posicionamiento, orificios, bridas, llaves o navegadores?

- ✓ ¿Es posible cambiar la tolerancia?
 - ✓ ¿Puede tener un agujero o un fregadero?
 - ✓ ¿Es posible utilizar una plantilla?
 - ✓ ¿La operación de colocar se puede complicar?
 - ✓ ¿Se puede escalar el elemento para que sirva de navegador?
- **Descansar:** Este tipo de retraso ocurre muy raramente en todos los ciclos, pero aparece periódicamente, como una necesidad del operador, para recuperarse de la fatiga. Los períodos de descanso para hacer frente a la fatiga variarán, por supuesto, según el tipo de trabajo y las características físicas del operador que realiza el trabajo. Para reducir el número de therbligs que ocurren, el analista debe considerar
 - ✓ ¿Se utiliza la mejor tabla de músculos?
 - ✓ ¿Son eficientes y satisfactorias las condiciones de trabajo, tales como: temperatura, humedad, ventilación, ruido y luz?
 - ✓ ¿Los bancos tienen la altura correcta?
 - ✓ ¿Puede el operador alternar sentado y de pie mientras realiza su trabajo?
 - ✓ ¿Tiene el operador un asiento cómodo a la altura adecuada?
 - ✓ ¿Se utilizan métodos mecánicos para cargas pesadas?
- **Sostener:** Sostener es la división básica que tiene lugar cuando una mano sostiene o mantiene un objeto bajo control, mientras que la otra realiza un trabajo útil. Sostener es un therblig ineficiente y, a menudo, se puede eliminar del ciclo de trabajo diseñando un dispositivo que soporte la pieza en lugar de tener que usar la mano. Además, la mano rara vez es un medio eficaz de tenencia, por lo que el analista de estrategia siempre intentará eliminar la tenencia en cada ciclo.

Sostener comienza cuando una mano comienza a controlar el objeto y termina cuando la otra mano ha terminado de trabajar en él. Un buen ejemplo de sujeción es cuando una mano sostiene un tornillo, mientras que la otra coloca la tuerca sobre él. Mientras ensambla los pernos y las tuercas, la mano izquierda usará el therblig sostener.

Casi siempre se puede eliminar “sostener” respondiendo estas preguntas.

- ✓ ¿Se puede usar un dispositivo mecánico, como un tornillo, clavija, gancho, pasador o aspiradora?
 - ✓ ¿Es posible utilizar la fricción?
 - ✓ ¿Se puede utilizar un dispositivo magnético?
 - ✓ ¿Se puede utilizar un dispositivo de sujeción doble?
- ✓ **Planear:** Este therblig es un proceso mental, donde el moderador hace una pausa para determinar la acción a tomar. La planificación puede tener lugar en cualquier etapa del ciclo y puede detectarse fácilmente como sospechosa, después de ubicar todos los componentes. Este therblig es característica de los nuevos operadores y, a menudo, puede eliminarse del ciclo mediante la formación.

4.3.4 Investigación de campo

En este proyecto se aplica el trabajo de campo, ya que se irá al lugar de investigación a recopilar la información necesaria para identificar problemas y recomendar un sistema óptimo para la solución de los problemas encontrados.

4.3.5 plan de recolección de información

Las herramientas utilizadas para la toma de datos son los siguientes: Cuaderno, tablero de observación, hojas de estudio de tiempos y cronómetro.

Las técnicas de recolección de información son las siguientes: Encuesta, entrevista y observación mediante instrumentos de fotografía y video.

Tabla 6 Plan de recolección de información

PREGUNTAS	DESCRIPCION
¿Para qué?	Recopilar la información necesaria para el desarrollo del trabajo.
¿A qué personas y sujetos?	Director, jefe de producción y trabajadores de la empresa Casa Muebles Rivera SAS
¿Sobre qué aspecto?	Tiempo de inactividad, proceso de producción
¿Quién?	Angie Pesillo
¿Cuándo?	Febrero 2020-mayo 2021
¿En qué lugar?	Empresa Casa Muebles Rivera SAS
¿Cuál es la técnica?	A través de recolección de datos, tomas de tiempos, la observación y técnicas de estudio de tiempos y movimientos
¿Con qué Instrumentos?	Tablas, diagramas, cuaderno, cronómetro

FUENTE: (Propia, 2020)

Para la definición de los macroprocesos el primer paso es identificar de manera gráfica o fotográfica la red de procesos de fabricación de colchones en la organización.

Macroproceso: Objetivo, función o servicio de una entidad o agencia, generalmente establecido por las disposiciones de su creación.

En general, los macroprocesos aglutinan un conjunto de procesos que pueden lograr los resultados planteados por la organización.

Después de identificar los macroprocesos se pueden plasmar en una tabla como se puede apreciar en la siguiente figura:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA		TABLA DE CODIGOS DE MACROPROCESOS
01	PLANEACIÓN	
02	DIRECCIONAMIENTO	
03	RELACIONES INTERINSTITUCIONALES	
04	COMUNICACIÓN	
05	FORMACION	
06	INVESTIGACION	
07	EXTENSIÓN	
08	GESTIÓN DE APOYO ALA DOCENCIA/FORMACION	
09	BIENESTAR UNIVERSITARIO	
10	GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO	
11	GESTIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACION	
12	GESTIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACION	
13	GESTIÓN ADMINISTRATIVA	
14	GESTIÓN JURIDICA Y LEGAL	
15	GESTIÓN FINANCIERA	
16	ANÁLISIS Y MEJORA	
17	AUTO EVALUACIÓN Y AUDITORIA	
18	EVALUACIÓN INDEPENDIENTE Y AUDITORIA DE CALIDAD	

Ilustración 4 Tabla de identificación de macroprocesos (Cesar, 2020)

Con los macroprocesos identificados, la tarea siguiente es identificar cada proceso que conforman los macroprocesos.

Procesos: Un conjunto de actividades que están vinculadas o interactúan para crear valor y convertir los insumos en resultados. Una salida de un proceso es a menudo una entrada para el otro.

Definir procesos no es más que definir (operar) la forma en que debe ser un macroproceso (objeto, función o servicio), abriendo o reduciendo su complejidad, haciéndolo más simple, más simple y establece la forma en que se gestiona la funcionalidad de acuerdo con la operaciones mismas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA		LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DESPLIEGUE DE MACROPROCESOS	
MACROPROCESO		PROCESOS ASOCIADOS	
CODIGO	DESCRIPCION	CODIGO	DESCRIPCION
10	GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO	10.1	INTEGRACION
		10.2	ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO
		10.3	COMPENSACION
		10.4	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
		10.5	AUDITORIA DE LA INFORMACION

Ilustración 5 Identificación de procesos (Cesar, 2020)

Un paso fundamental en el ejercicio de caracterizar una organización, un sistema o un proceso, es la divulgación de la información y la validación de esta primera etapa que comprenda como mínimo:

- ✓ Socializar los resultados en la versión preliminar, con los responsables de cada uno de los procesos.
- ✓ Discutir el contenido y acordar los ajustes, con los responsables de cada proceso.
- ✓ Presentación final del documento a la comisión responsable de su aprobación

Al documentar los procesos, capturan las actividades, tareas y movimientos de un proceso y se despliegan de acuerdo con las necesidades operativas de la organización y el territorio. Es decir, los procedimientos son formas específicas de hacer un proceso y definen, entre otras cosas: quién hace qué, dónde, cuándo, por qué y cómo.

Empezando con el estudio de procesos se debe tener una lista de actividades a desarrollar y también una metodología para poder cumplir con los objetivos propuestos en el curso de la realización de un estudio de trabajo, para implementar una metodología, se seleccionan varias técnicas establecidas, incluidos los diagramas de flujo, análisis de operaciones, estudio de movimientos y medición del trabajo. En el momento de seleccionar el proceso al cual se le va a realizar el estudio se tendrá en cuenta:

- Duración de la actividad
- Con que frecuencia se repiten
- Cuanto tiempo tarda el operario en realizarla
- En que condición se encuentra el lugar donde se realiza la actividad

4.3.6 Procesamiento y análisis de la información

El análisis de la información recopilada incluye los siguientes pasos:

- Verificar la información recopilada

- Repetir la recolección en determinadas circunstancias específicas para corregir defectos.
- Tabular con herramientas de Excel para facilitar la gestión de la información.
- Gestión de la información.
- Investigar información estadística para facilitar el análisis y la interpretación.
- Exposición de resultados

Para realizar un estudio de tiempos de este tipo se necesita un cronómetro, una tabla de estudio de tiempos y un equipo de grabación también puede ser útil para analizar el proceso de manera más cuidadosa.

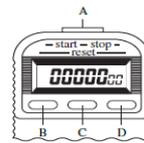


Figura 10.2 Cronómetro electrónico. A) Inicio/detención, B) recuperación de memoria, C) modo (continuo/regreso a cero) y D) otras funciones.

Ilustración 6 cronometro (Benjamin Niebel, 2014)

Existen dos tipos de métodos para realizar un estudio de tiempos por cronómetro:

1. En el método continuo: Se permite que los cronómetros funcionaran durante la duración del estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil.
2. En el método de regresos a cero: El temporizador se lee al final de cada elemento y luego se reinicia inmediatamente. Cuando comienza el siguiente elemento, el temporizador comienza de nuevo desde cero. El tiempo transcurrido se lee directamente del cronómetro al final de este elemento y se pone a cero nuevamente y así sucesivamente. a lo largo del estudio.

FORMATO PARA ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONOMETRO																
ESTUDIO No. _____		FECHA: _____		Hoja No. _____		de _____		T / CICLOS <input type="text"/>		II / CICLOS <input type="text"/>						
LEVANTE: _____				OPERARIO: _____				S _{n-1} <input type="text"/>		Ic <input type="text"/>						
PROCESO: _____				CODIGO: _____				Im <input type="text"/>		T(st) <input type="text"/>						
OPERACIÓN: _____				CODIGO: _____				I = <input type="text"/>		> I = <input type="text"/>		<input checked="" type="checkbox"/> N = <input type="text"/>				
PLANO No. _____		PIEZA No. _____		MATERIAL: _____				I = <input type="text"/>		N = <input type="text"/>						
ELECTURA		Vuelta a Cero <input type="checkbox"/>		Continúa <input type="checkbox"/>		NORMALIZ. <input type="checkbox"/>										
CRONOMETRO		Digital <input type="checkbox"/>		Mecánico <input type="checkbox"/>		Aproximado <input type="checkbox"/>										
Coef. Confianza		Intervalo de Confianza		Interv. Muestra												
F. Velocidad		Mét. F. Veloc. <input type="checkbox"/>		Aprec. <input type="checkbox"/>		Objet. <input type="checkbox"/>		Sint. <input type="checkbox"/>		V.H. <input type="checkbox"/>		C.A. <input type="checkbox"/>				
Tolerancias		Tipo: OIT <input type="checkbox"/>		M.V. <input type="checkbox"/>		APR <input type="checkbox"/>		TABL <input type="checkbox"/>		TOM <input type="checkbox"/>		Otros <input type="checkbox"/>				
Cálculo de Ciclos		Krick <input type="checkbox"/>		Buffa <input type="checkbox"/>		Mundel <input type="checkbox"/>		Riggs <input type="checkbox"/>		Niebel <input type="checkbox"/>						
No.	ELEMENTO	CICLOS										Te	FV	TN	Tol	TS
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
		Te / CICLO														

Ilustración 7 formato para estudio de tiempos por cronometro (Niebel, 2014)

En este estudio se debe cuestionar si se justifica lo que se hace según el objetivo de la operación o actividad a realizar y de esta manera identificar si se pueden realizar mejoras que conlleven a la eficiencia de los métodos actuales.

Los formularios para estudiar los datos reunidos pueden ser los siguientes:

- Hojas de trabajo, para analizar los datos registrados durante el estudio y encontrar los tiempos representativos para cada elemento de la actividad.
- Un resumen del estudio, en el que se reprodujeron los tiempos, seleccionados o inferidos, de todos los elementos, con indicación de sus respectivas frecuencias. Como su nombre lo indica, esta hoja proporciona un resumen claro de las notas tomadas.
- Desglose de estudios, donde los datos de todos los estudios realizados sobre la actividad del archivo se copian de tablas resumen, independientemente de su autor o fecha de finalización. Es esta hoja la que le permite calcular el último tiempo fundamental de los respectivos elementos de la operación

- Los suplementos en reposo también suelen aparecer en una hoja de papel especial.

4.3.7 Herramientas para la recolección de datos

Para registrar información sobre el método de trabajo en los procesos se pueden utilizar una serie de diagramas:

- Diagrama de flujo de procesos
- Diagrama hombre - maquina
- Diagrama de operaciones por procesos

El *diagrama de flujo de procesos* es útil para analizar un componente de un ensamble y revelar costos ocultos como distancia de viaje, retrasos y almacenamiento temporal. Además de registrar operaciones e inspecciones, muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento, el diagrama de flujo operativo muestra como una persona ejecuta una secuencia de operaciones

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (PRODUCTO)
 OBJETO DEL DIAGRAMA _____ DIAGRAMA # _____
 DIBUJO # _____ DIAGRAMA METODO _____
 EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: _____ ELABORADO POR: _____
 EL DIAGRAMA TERMINA EN: _____ FCHA: _____

Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	simbolo	Descripción del proceso	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	simbolos	Descripción del proceso
		▽	Barra en almacén hasta que se haga requisición				
6	0,02	○	Cargar barras al carro				
200	0,05	→	Asierra neumática Sacar las barras del carro y almacenarlas en estante cerca de la máquina				
4	0,02	○	Esperar que empiece la operación				
	120	□	Aserrar con la sierra neumática	1			

Ilustración 8 formato diagrama de flujo (Benjamin Niebel, 2014)

4.3.8 Actividades realizadas en el diagrama de flujo

SIMBOLO	NOMBRE
	OPERACIÓN
	INSPECCIÓN
	TRANSPORTE
	ESPERA
	ALMACENAMIENTO
	COMBINADA

Ilustración 9 símbolos usados en el diagrama de flujo (Ávila, 2013)

OPERACIÓN: Indica las principales fases del proceso agrega, modifica, montaje, etc. Se presenta cuando se modifican las propiedades fisicoquímicas de un objeto o material, cuando se prepara para una operación diferente.

INSPECCIÓN: Examinar las características del objeto en términos de calidad y / o cantidad. Por lo general, esto no agrega valor.

TRANSPORTE: Indica el movimiento del material. moviéndose de un lugar a otro mayor a un metro, si es menor no hay transporte.

ESPERA: Indica un retraso entre dos actividades o pausa la actividad. Ocurre cuando la operación no permite la operación inmediata del siguiente proceso.

ALMACENAMIENTO: Indica que el depósito de un objeto está bajo vigilancia en un almacén. En general, se considera almacenar solo al inicio del material y al final del producto terminado, se denomina almacenamiento intermedio diferido.

COMBINADA: Indica varias tareas simultaneas. Se realizan por el mismo operario y en el mismo lugar de trabajo, las que se presentan con más frecuencia son:

- Operación – Inspección 

El diagrama de *operaciones de proceso* muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado.

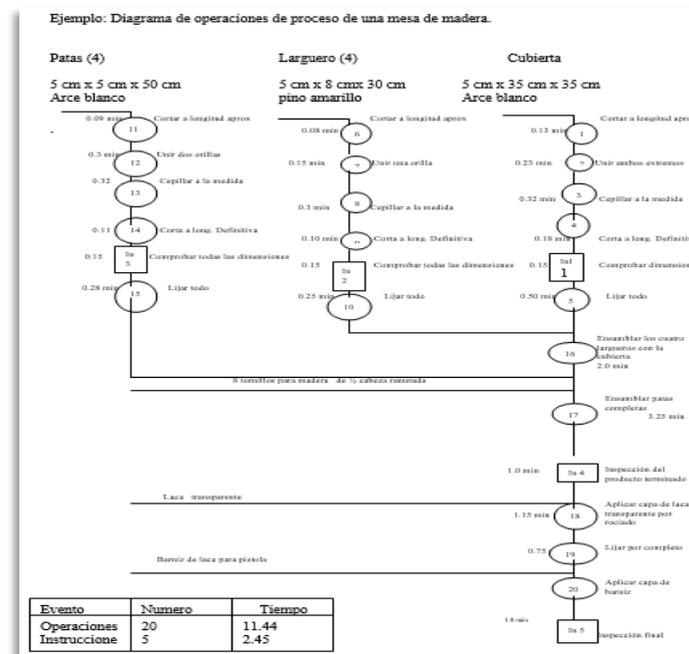


Ilustración 11 DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO (Gomez, 2015)

4.4 MARCO METODOLÓGICO

4.4.1 Tipo de investigación

Mertens (2005), Stake (2006), Yin (2009) y Creswell (2009) consideran que en un estudio de caso debe haber triangulación de fuentes de datos y pueden utilizarse diferentes herramientas tanto cuantitativas como cualitativas como ya hemos visto (documentos, entrevistas, observación, grupos de enfoque, cuestionarios y escalas, etcétera).¹⁹

Grinnell (1997) señala que, en términos generales, los dos enfoques -cuantitativo y cualitativo- utilizan cuatro fases similares: Ambos enfoques logran probar y demostrar el grado en que las

¹⁹ Jiménez, V. Comet, C. (2016). *Los estudios de casos como enfoque metodológico*. Tomado el 10 de noviembre de 2020. De <https://dialnet.unirioja.es> (pág. 8-9).

suposiciones o ideas tienen fundamento, a la vez revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis. Proponen nuevas observaciones para aclarar, modificar o justificar hipótesis; o incluso crear otros. En ambos casos, hay observación y evaluación de fenómenos. Las “suposiciones” se forman a partir de los resultados de las observaciones y evaluaciones realizadas.²⁰

(Jimenez, 2016) argumenta lo siguiente, “es un hecho que ambos enfoques comparten esas etapas generales; sin embargo, cada uno tiene sus propias características. El enfoque cualitativo, por lo general, se utiliza en un primer orden para descubrir preguntas de investigación. En muchos casos, pero no necesariamente, se prueban hipótesis o proposiciones teóricas. Con frecuencia se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las observaciones y las descripciones. En una gran mayoría de ocasiones, las preguntas e hipótesis surgen como parte del proceso de investigación y éste es flexible, y se mueve entre los eventos y su interpretación, entre las respuestas y el desarrollo de las teorías. El propósito de esta metodología consiste en reconstruir la realidad, tal y como la observan los autores de un sistema social que ha sido previamente definido. Por otra parte, el enfoque cuantitativo, utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis que han sido establecidas previamente, la mayor confianza la tiene en la medición numérica y frecuente el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población”.²¹

El tipo de investigación a seguir para el desarrollo del presente trabajo, es cuantitativo, ya que se pretende analizar e identificar si la empresa cuenta con un estudio de trabajo y la efectividad de los métodos que usa la empresa en el proceso de fabricación de colchones de la empresa Casa Muebles Rivera SAS realizando un reconocimiento previo del entorno donde se piensa

²⁰ 19

²¹ 19

hacer el estudio y utilizando de manera efectiva cada una de las herramientas que nos otorga los estudios de métodos y tiempos, se podría obtener una nueva perspectiva que nos permita mejorar dicho proceso con la finalidad de beneficiar a la organización y de igual forma se logre un desarrollo investigativo que contribuya a la relación ético profesional.

El propósito de la medición del trabajo es identificar los hechos sobre cómo se realiza una actividad individualmente o un conjunto de actividades en el lugar de trabajo. Estos datos brindan a la administración información importante que se puede utilizar para evaluar la eficacia de las personas y las máquinas utilizadas dentro de la empresa. Luego, estos datos actúan como una forma de administrar las ganancias de producción mejorando métodos, capacitando habilidades, aumentando el rendimiento y eliminando o reduciendo problemas.²²

Una cuestión clave al realizar el estudio del tiempo y el movimiento es conocer los principios económicos del movimiento, ya que la capacidad de un ser humano para realizar una tarea depende del tipo de fuerza o músculo utilizado para realizar dicha actividad. La cantidad de tiempo en la postura de la persona. Para ello, el trabajo debe diseñarse de acuerdo con la capacidad física del operador para lograr una buena eficiencia en el desempeño del trabajo. Existen tres principios básicos para el estudio de la economía humana, a saber: los relacionados con el uso del cuerpo humano, los relacionados con la disposición y las condiciones de trabajo, y los relacionados con el diseño de equipos y herramientas.²³

4.5 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

4.5.1 Ergonomía

Es el estudio de la interacción entre el hombre y el entorno de la máquina, todas las actividades implican un riesgo potencial y un cierto grado de incertidumbre, se busca reducir el riesgo

²²Tejada, N. Gisbert, V. Pérez, A. (2017). *Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD*. Tomado el 10 de noviembre de 2021. De https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_5.pdf. (pág. 5-6).

²³ 22

potencial, este ocultamiento y este grado de incertidumbre. Cada accidente tiene como resultado una combinación de peligros físicos y errores humanos.

El diseño ergonómico del lugar de trabajo se esfuerza por lograr una combinación adecuada entre las habilidades o habilidades de un trabajador y los requisitos o requisitos del trabajo. El objetivo final es mejorar la productividad de los trabajadores y los sistemas de producción, al mismo tiempo que se garantiza la satisfacción, la seguridad y la salud de los operarios.

Se debe tener en cuenta las siguientes características: adaptación al espacio, postura laboral, óptimos espacios de transporte, interferencia de partes del cuerpo, campo visual, fuerza humana laboral y otros aspectos.

Para diseñar adecuadamente las condiciones que debe cumplir una obra, se deben tener en cuenta, entre otros, los siguientes factores:

- ✓ Pueden existir peligros mecánicos.
- ✓ Riesgo de mala postura de trabajo debido al diseño de sillas, taburetes, etc.
- ✓ Riesgos relacionados con las actividades de los trabajadores (por ejemplo, por mantener una postura de trabajo, esfuerzo excesivo o bajo rendimiento durante el trabajo, o sobrecarga debido a la cognición y atención de los trabajadores).
- ✓ Riesgos relacionados con la energía (electricidad, aire comprimido, gas, temperatura, agentes químicos, etc.)

Se debe utilizar un diseño adecuado del lugar de trabajo para:

- Asegure el diseño correcto del espacio de trabajo.
- Evite esfuerzos innecesarios. Los esfuerzos nunca deben exceder las capacidades materiales del trabajador.
- Evite los movimientos que tensionen el sistema articular.
- Evite demasiado trabajo repetitivo.

Las condiciones laborales se ven gravemente afectadas cuando se requiere un esfuerzo físico más allá de los límites normales de actividad. De igual manera el esfuerzo físico, el esfuerzo mental, visual, auditivo y emocional también debe considerarse como factores disruptivos.

Para realizar una evaluación del esfuerzo físico, se debe tener en cuenta la naturaleza del esfuerzo, así como las posturas que se aplican al trabajar, sentado o de pie, y la constancia de las posiciones incómodas.

La felicidad de un operador en su puesto de trabajo tiene un importante impacto en los niveles de producción, por lo cual es importante tener en cuenta la comodidad del operador en su puesto de trabajo.

En las áreas de montaje, bordado y plastificado la mayor parte del tiempo los operarios suelen estar de pie, usan mesas para sostener el producto ya sea la espuma o el colchón como tal, pero la mesa que se usa en el área de bordado es un poco alta y se identificó que se fatigan fácilmente ya que tienen que empujarse un poco y usar más fuerza y En ocasiones mantienen el cuerpo recto para evitar la sensación de incomodidad que esta posición provoca en la espalda.

4.5.1.1 Normativa de aplicación

La ley 1562 de 2012 del sistema de riesgos laborales establece que:

Artículo 4º: “Enfermedad laboral. Es enfermedad laboral la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar. El Gobierno Nacional, determinará, en forma periódica, las enfermedades que se consideran como laborales y en los casos en que una enfermedad no figure en la tabla de enfermedades laborales, pero se demuestre la relación de causalidad con los factores de riesgo ocupacionales será reconocida como enfermedad laboral, conforme lo establecido en las normas legales vigentes”.

Artículo 8º: “Reporte de información de actividades y resultados de promoción y prevención. La Entidad Administradora de Riesgos Laborales deberá presentar al Ministerio de Trabajo un reporte de actividades que se desarrollen en sus empresas afiliadas durante el año y de los resultados logrados en términos del control de los riesgos más prevalentes en promoción y de las reducciones logradas en las tasas de accidentes y enfermedades laborales como resultado de sus medidas de prevención. Dichos resultados serán el referente esencial para efectos de la variación del monto de la cotización, el seguimiento y cumplimiento se realizará conforme a las directrices establecidas por parte del Ministerio de Trabajo”.

Este informe debe presentarse semestralmente a las Autoridades Territoriales del Departamento de Trabajo para monitorear y verificar el cumplimiento.

“El incumplimiento de los programas de promoción de la salud y prevención de accidentes y enfermedades, definidas en la tabla establecida por el Ministerio de la Salud y Protección Social y el Ministerio de Trabajo, acarreará multa de hasta quinientos (500) salarios mínimos mensuales legales vigentes a la fecha en que se imponga la misma. Las multas serán graduales de acuerdo con la gravedad de la infracción y siguiendo siempre el debido proceso, las cuales irán al Fondo de Riesgos Laborales, conforme a lo establecido en el sistema de garantía de calidad en riesgos laborales”.

4.5.1.2 Normas de Ergonomía en Colombia

El Instituto Colombiano de Normas y Estándares Técnicos (ICONTEC) como miembro del grupo que desarrolla reglamentos técnicos en aspectos ergonómicos, liderado por el Ministerio de Protección Social, ha descubierto que es necesario acordar términos y establecer lineamientos en aspectos ergonómicos. Por ello, en octubre de 2007 se activó el XX Comité Técnico de Ergonomía, en el que participaron representantes de empresas, universidades y gestores de riesgos laborales. Desde 2008 se ha trabajado en la aprobación de normas

internacionales de ergonomía, con el fin de aplicarlas en el contexto colombiano como normas técnicas colombianas (NTC). Las normas aprobadas hasta la fecha se refieren a la ergonomía y el diseño antropométrico. Hasta la fecha, se encuentran en proceso de aprobación otras tres normativas sobre manipulación manual de cargas.

- NTC 5655 (2008-12-16): Principios para el diseño ergonómico de sistemas de trabajo: esta norma corresponde a una homologación de la norma ISO 6835:2004 y se considera como la norma básica sobre ergonomía de la que se derivarán otras normas. Establece una serie de principios fundamentales que orientan el diseño ergonómico de los sistemas de trabajo, cuyo seguimiento se entiende como principios fundamentales que “incluyen un conjunto de personas y medios de trabajo, situados en un espacio y entornos determinados, así como a las interacciones entre estos componentes dentro de una determinada organización del trabajo”. El estándar se enfoca en presentar y describir una serie de pasos que se deben seguir en dichos procesos:
 - ✓ Construye metas.
 - ✓ Asignación y análisis de roles.
 - ✓ Básico diseño.
 - ✓ Diseño detallado (diseño de organización del trabajo, diseño de tareas de trabajo, diseño de trabajo, diseño de ambiente de trabajo, diseño de recursos de trabajo, diseño de espacio de trabajo).
 - ✓ Validación, implementación y validación de la realidad.
 - ✓ Reseñas.

Conceptualmente, los aspectos más destacables de esta norma se relacionan con lo siguiente:

- Considere adoptar la ergonomía al principio del proceso de diseño, dando prioridad a un enfoque preventivo sobre un enfoque correctivo. Muestra que las decisiones

ergonómicas más importantes deben tomarse en las primeras etapas del proceso de diseño.

- Enfatizar la importancia de la participación de los trabajadores en el diseño de los sistemas de trabajo, teniendo en cuenta su experiencia.
- Propuso que un sistema de trabajo diseñado ergonómicamente es aquel en el que existe un equilibrio entre las capacidades y necesidades físicas, cognitivas y mentales del trabajador y la calidad y requisitos de producción de la empresa.
- La norma estipula que cada proceso de diseño ergonómico es único y requiere el desarrollo y aplicación especial de los conocimientos proporcionados por diferentes personas de la organización (gestión, producción, salud y seguridad en el trabajo) y fuera de ese proceso. (Consultor, técnico en ergonomía). El proceso de diseño en el que se centra se puede aplicar en organizaciones de diferentes tipos y sectores de producción.
- NTC 5649 (2008-12-16): Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales: esta norma corresponde a una homologación de la norma ISO 7250:2008. Describe las medidas principalmente antropométricas que deben tenerse en cuenta al realizar estudios antropométricos, así como las herramientas de medición que deben considerarse. Las partes de dicha norma son las siguientes:
 - Condiciones de medición (ropa del sujeto, superficie de apoyo, simetría corporal, instrumento de medición).
 - Medidas antropométricas básicas (medidas tomadas con sujetos de pie, medidas tomadas con sujetos sentados, medidas de partes específicas del cuerpo, medidas funcionales).

- NTC 5654 (2008-12-16): Requisitos generales para el establecimiento de una base de datos antropométricos: esta norma corresponde a una homologación de la norma ISO 15535:2006. Esta Norma Internacional describe las condiciones que deben tenerse en cuenta para desarrollar una base de datos antropométrica hecha a partir de medidas definidas por NTC 5649. También proporciona información para establecer dimensiones, tamaño y selección de la muestra en " una población específica, para realizar investigación antropométrica. Los apartados de los que se compone esta norma son los siguientes:
 - Diseño de la recolección de datos (Generalidades, definiciones, técnicas y condiciones de medida, técnicas de muestreo).
 - Requisitos de recopilación de datos (Describa la demografía básica de los sujetos, detección y manejo de errores de medición, precisión del instrumento, composición de la muestra, tamaño de la muestra, sistema de almacenamiento de datos, tipo de camisetas de población, personal de control de calidad y metrología del tren).
 - Formato de la base de datos
 - Contenido de la base de datos (datos básicos requeridos, datos básicos recomendados, datos antropométricos, datos complementarios).
 - Hojas de datos antropométricos.
 - Tratamiento de estadística.

La clave de esta Norma Internacional radica en el hecho de que, teniendo en cuenta los aspectos metodológicos que en ella se presentan, se hace posible la capacidad de comparar los resultados obtenidos en estudios nacionales con otros resultados a nivel internacional.

Los borradores de normas actualmente en desarrollo corresponden a la aprobación de la norma ISO 11228: Ergonomía - Manipulación, que se divide en tres partes. Los siguientes proyectos de normas se están desarrollando en torno a cada uno de ellos:

- “DE 403-07. Ergonomía. Manipulación manual. Parte 1: levantamiento y transporte: Establece los límites recomendados para el levantamiento y transporte manual teniendo en cuenta la intensidad, la frecuencia y la duración de la tarea. Esta norma se aplica al levantamiento manual de objetos con una masa de 3 kg. o más”.
- “DE 404-07. Ergonomía. Manipulación manual. Parte 2: empuje y tracción: Presenta los límites recomendados para el empuje y tracción con todo el cuerpo, ofreciendo orientación sobre la evaluación de factores de riesgo que se consideran importantes en el empuje y tracción manual, asociándose a ejercicios de fuerza con todo el cuerpo realizadas por una persona”.
- “DE 405-07. Ergonomía. Manipulación manual. Parte 3: manipulación de cargas livianas a alta frecuencia: Establece las recomendaciones ergonómicas para tareas de trabajo repetitivas que involucran la manipulación manual de cargas livianas a alta frecuencia, a través de recomendaciones basadas principalmente en estudios experimentales que se refieren a la manipulación de objetos que involucren el sistema musculoesquelético”.

4.6 MARCO ACADÉMICO

4.6.1 Relación con los objetivos del programa de ingeniería industrial

Mantiene el espíritu investigativo gracias a la participación en el proyecto de grado que se relaciona con la facultad. El programa de Ingeniería Industrial contribuyó al desarrollo de la capacidad de análisis lo que permite tomar decisiones para prevenir situaciones y dar solución a las dificultades que se presenten dentro de una organización.

- La formación y desarrollo de ingenieros industriales contribuye a mejorar la calidad de vida optimizando los sistemas productivos y operativos.
- Por medio de las ciencias básicas, humanidades, herramientas de sistemas y conocimientos de campos técnicos, desarrolla en los estudiantes la capacidad analítica para poder tomar decisiones preventivas y dar soluciones a problemas relacionados con la profesión de la ingeniería industrial.
- La formación de profesionales con un conocimiento amplio y sólido de competencias en el campo de la ingeniería industrial contribuye al desarrollo efectivo de actividades encaminadas a mejorar la calidad de vida.

4.6.2 Asignaturas aplicadas en el trabajo

- salud ocupacional: El aporte de esta asignatura al trabajo es el conocimiento e información de las normas que van dirigidas a la salud y seguridad del trabajador para tener en cuenta las condiciones en las que los operarios realizan sus actividades dentro de la planta en la empresa Renacer.
- probabilidad y estadística: El aporte de esta asignatura es el conocimiento que se adquirió en semestres anteriores ya que el trabajo a presentar requiere un análisis de tiempos y por consiguientes estándares de tiempos por lo que las fórmulas a utilizar fueron vistas en la asignatura.
- organización y métodos: Esta asignatura es crucial para el trabajo a realizar, ya que en este punto se realizan estudios de métodos por medio de diagramas y se aplican conceptos derivados de la ingeniería de métodos, de igual forma y no menos importante la organización o sistema que se debe llevar dentro de un proceso productivo.
- producción: El aporte de esta asignatura al trabajo es el conocimiento adquirido por los conceptos y manejos de diagramas de flujo.

- control de calidad: Esta asignatura aporta conceptos de producción y salud ocupacional ya que la unión de todos estos conocimientos al aplicarlos de manera eficiente se puede obtener una buena calidad del producto.

4.6.3 Competencias que se muestran en el desarrollo del trabajo

- ✓ Investigar, crear y administrar información y datos
- ✓ Diseñar el sistema para satisfacer las necesidades
- ✓ Competencias complementarias
- ✓ Comunicarse efectivamente
- ✓ Fomentar el autodesarrollo y la mejora continua
- ✓ Compromiso con la ética y las responsabilidades profesionales, legales, sociales y medioambientales

5 Caracterización del proceso productivo

Se realizó un estudio de métodos y tiempos en la planta de Casa Muebles Rivera SAS para una caracterización e identificación de las actividades que se realizan dentro de cada uno de los procesos en la fabricación de colchones de la empresa Casa Muebles Rivera SAS, teniendo en cuenta los siguientes datos:

- ✓ Descripción del área
- Lugar: Área donde se realiza la actividad
- Frecuencia: Indica si diaria, semanal, mensual, etc.
- Volumen: Cuantas veces se realiza la actividad
- Diagrama de recorrido
- Diagrama de flujo

Los procesos se dividen en tres áreas de la siguiente manera: Fabricación de espuma dónde se realizan bloques de diferentes dimensiones mediante mezclas químicas, el área de corte de bloques como bien su nombre lo indica se cortan dichos bloques formando así láminas de espuma de diferentes medidas el cuál serán trasladados al área de colchonería, que se divide en cinco procesos, los cuales son el proceso de corte de tela y láminas de espuma de rollo continuo donde se realiza el acochado, proceso de costura donde se recibe el acolchado del proceso anterior y se realizan los respectivos bordados que se entregarán al proceso de armado donde se organizarán las láminas de espuma que se reciben del área de corte de bloques, el cuál será dispuesto para el contenido del colchón, posterior a esto, se recibe el acolchado ya bordado el cuál se dispondrán para cubrir el montaje o el armado de láminas y se entregará al proceso de cerrado, cómo su nombre lo indica su objetivo es cerrar el acolchado o bordarlo de manera que quede totalmente templado (ver ilustración 27), posteriormente el producto se entregará al proceso de plastificado, el cual consiste en forrar el colchón con una cubierta plástica con el

logo de la empresa teniendo así el producto terminado que se llevará a almacenamiento para su posterior distribución.

5.1 Área de fabricación de espuma



Ilustración 12 Fabricación de espuma

En esta área el operario 1 tiene establecidas las medidas exactas del contenedor para la formación del bloque de espuma y de los químicos utilizados para la elaboración de espuma los cuales son polioli e isocianato, al mezclar estos químicos se tiene una reacción exotérmica con expansión del volumen del líquido dentro de un contenedor, la cual da forma a dicha expansión, obteniendo así bloques de espuma de 1.50 metros de ancho por 2 metros de largo. La capacidad de producción de bloques diarios es de 15 unidades y la orden de producción mínima es de 12 bloques. El proceso de expansión exotérmica dura 20 minutos. Posteriormente el operario 1 se comunica con el operario 2, quien es el encargado del montacargas para trasladar los bloques de espuma al exterior de la planta para que se enfríe como se visualiza en el siguiente diagrama de recorrido (ver ilustración 13).

El operario 1 expresa que en la actividad que desempeña los olores emanados por los químicos son muy fuertes, pero se disipan al usar una máscara antigás para no inhalar estos gases.

A continuación se realizó la etiqueta cuya información pretende mostrar la identificación de los operarios que hacen parte de esta área y el proceso que se realiza.

Etiqueta 1 Fabricación de espuma

Nombre	Angie Pesillo
Fecha	20/11/2020
Proceso	FABRICACIÓN DE ESPUMA
Operario/s	Emilio Castiblanco- operario 1 Diego Castillo- Operario 2

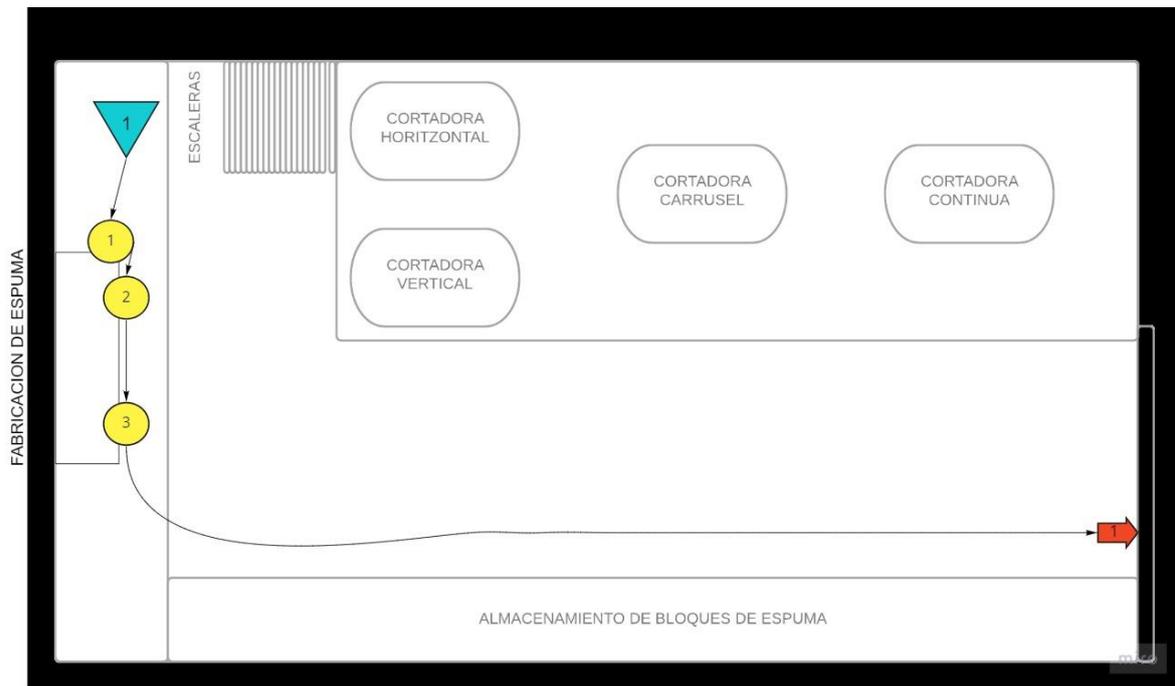
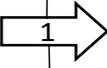


Ilustración 13 Diagrama de recorrido del área de fabricación de espuma

El operario 1 adquiere los químicos y se desplaza 4 metros hasta la máquina de espuma y vertebra la mezcla en el contenedor asignado, el cual sigue mezclando centrífugamente, el operario enciende la maquinaria, y se desplaza 5,3 metros para control e inspección y espera la reacción química de los productos vertidos en el contenedor, posteriormente el operario se desplaza 6,5 metros para el retiro del bloque de espuma con ayuda del operario 2 y lo desplazan 25 metros al exterior de la planta para reposo y disminución de temperatura del bloque.

Tabla 7 Diagrama de flujo de fabricación de bloques de espuma

Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbolo	Descripción
			Adquisición y mezcla de químicos
4	5,80		Verter la mezcla en la maquina para terminar de mezclar y encender
5,3	20,5		Control y espera de reacción
1,2	15		Retiro de bloque espuma
6,5	20		Desplazamiento de bloque al exterior para reposo
25	10,15		

Con base en el anterior diagrama de flujo (ver tabla 7) se describen los tiempos que tarda el operario en cada actividad iniciando con la adquisición de los químicos requeridos y seguidamente realiza la mezcla durante 5,80 minutos y después verterlos en la máquina la cual continua mezclando uniformemente los químicos durante 20,5 minutos, este tiempo el operario lo dispone para inspección y control de la mezcla, la solución vertida en la maquinaria tendrá una reacción exotérmica expansiva luego de 15 minutos de mezcla en donde el operario realiza los respectivos controles e inspecciones, así mismo el operario esperará 20 minutos de enfriamiento antes de retirar el contenedor por razones de seguridad, por último se comunicará con el operario 2 para el retiro del bloque al exterior de la planta para su enfriamiento al aire libre, esta última operación demora 10,15 minutos por la delicadeza del material a temperaturas elevadas. El total de esta operación es de 71,45 minutos equivalente a 1,19 horas.

Analizando el recorrido realizado por el operario 1, se puede concluir que existe un tiempo muerto de 20 minutos el cuál los dispone a la espera del enfriamiento del bloque por razones de seguridad. Según los tiempos obtenidos se puede concluir con la siguiente regla de tres

simple que en 1,19 horas el operario fabrica 1 bloque de espuma, entonces en 8 horas siendo esta su jornada laboral, se fabrican 7 bloques de espuma diarios (ver tabla 7).

Tabla 8 Calculo de número de bloques de espuma fabricados en 8 horas

Horas	Cantidad de bloques	
1,19	1	$\frac{1 \times 8}{1,19} = 6,7 \approx 7$
8	¿?	

Tabla 9 Calculo utilización y eficiencia de producción de espuma

Calculo utilización y eficiencia de producción de espuma		
Utilización	$\frac{\textit{Producción real}}{\textit{Capacidad de diseño}}$	$\frac{7 \textit{ bloques}}{15 \textit{ bloques}} \times 100\% = 46,6\%$
Eficiencia	$\frac{\textit{Producción real}}{\textit{Capacidad de efectiva}}$	$\frac{7 \textit{ bloques}}{12 \textit{ bloques}} \times 100\% = 58,3\%$

Sabiendo que la capacidad efectiva de este proceso es obtener 12 bloques de espuma, se puede concluir que no se está aprovechando eficientemente el tiempo empleado para la fabricación de dichos bloques puesto que realmente se está utilizando el 46,6% siendo esta la capacidad de diseño que se logra emplear, cuando realmente se puede aprovechar eficientemente el 58,3% siendo este el porcentaje de capacidad efectiva que realmente se puede alcanzar (ver tabla 8).

5.2 Área de corte de bloques de espuma

5.2.1 CORTE HORIZONTAL DE BLOQUES DE ESPUMA

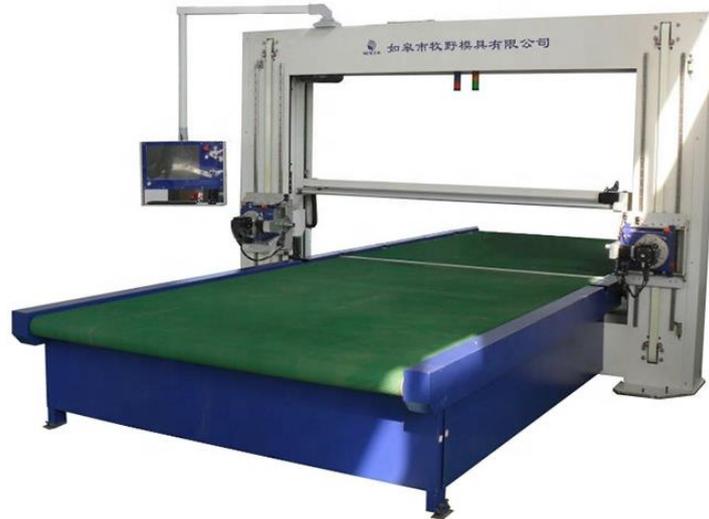


Ilustración 14 Máquina cortadora de espuma horizontal (Alibaba.com, 2020)

Después de la fabricación del bloque de espuma, su tiempo de enfriamiento es de 24 horas y se desplaza al área de almacenamiento donde se encuentra el operario 1, el cual manipula la maquina “cortadora vertical” se comunica con el operario 2 para que, con el montacargas le ayude a desplazar el bloque desde el área de almacenamiento hasta la base de la maquina cortadora la cual es programada para cortar el bloque de manera horizontal. Esta una maquina automatizada para obtener una lámina espuma cada 25 segundos de diferentes dimensiones, con capacidad de 15 bloques, según la referencia y la orden de pedido.

Por cada bloque se extraen 25 láminas de espuma. El operario debe cortar hasta 12 bloques de espuma siendo esta la orden de producción estándar siendo estas cada una inspeccionada y apilada a un lado de la máquina hasta que termine el corte del bloque. Cabe resaltar que se obtienen hasta 300 láminas de espuma diarias con los 12 bloques, las cuales el 50% se van directamente a empaque para venta a clientes, debido que la empresa Casa Muebles Rivera SAS provee este material a otras empresas de colchonería, por lo tanto, de los 15

bloques de espuma, la capacidad máxima de la máquina, sería de 375 láminas de espuma diarias, identificando que no se está operando al 100% de su capacidad.

Etiqueta 2 Corte horizontal

Nombre	Angie Pesillo
Fecha	20/11/2020
Proceso	CORTE DE BLOQUES
Subproceso	CORTE DE BLOQUE HORIZONTAL
Operario/s	Camilo Aristizábal- operario 1 Diego Castillo- Operario 2

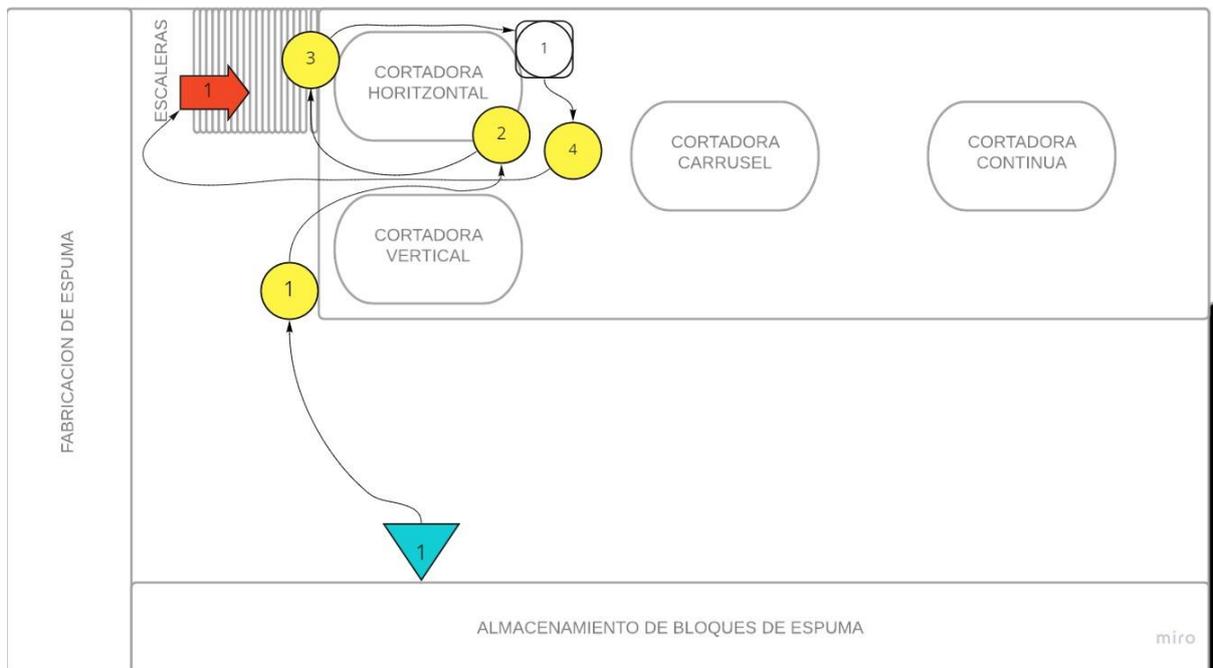


Ilustración 15 diagrama de recorrido corte horizontal

De acuerdo al diagrama de recorrido, los operarios comienzan su actividad en el área de almacenamiento obteniendo el bloque de espuma correspondiente, dicha actividad se repite 12 veces diarias puesto que la orden de producción son 12 bloques, los operarios se desplazan 8 metros de vuelta a la máquina cortadora para situar el bloque sobre la superficie de la máquina, por consiguiente el operario 1 se moviliza hasta el puesto de programación de la maquinaria,

hasta este punto al igual que en la primera actividad se repetirá 12 veces de acuerdo a la orden de producción, después de que la maquina sea programada y se encuentre en funcionamiento, el operario recorre 2,27 metros dónde retira cada lamina cortada y la inspecciona para buscar anomalías, al terminar, el operario recorre 2 metros para apilar las láminas inspeccionadas a un lado, esta última actividad la repite 25 veces puesto que son 25 láminas obtenidas por bloque por lo tanto al ser 12 bloques saldrán 300 láminas el cual el operario deberá inspeccionar diariamente por lo tanto esta última actividad tendrá una mayor frecuencia de repetición. Al terminar las 25 láminas el operario 2 dispondrá de ellas y se desplazará 10 metros hasta el área de colchonería para entregar al siguiente proceso, en este punto el operario 2 encargado de carga, desplazamiento y descarga, repite esta actividad 12 veces dentro del corte de bloques de espuma horizontal.

Tabla 10 Diagrama de flujo por proceso (corte horizontal)

Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbolo	Descripción
			Adquisición de bloques de espuma en almacen
8	2,10		Se desplaza con el bloque hasta la maquina cortadora
8	1,3		Posicionar el bloque con alineación en la cuchilla de corte
0	0,36		Programar la maquinaria
2,27	0,16		Inspección de laminas
0	0,08		Apilar las laminas conforme van saliendo
2	0,17		Desplazar laminas hasta el área de colchoneria
10	5,48		

En le diagrama de flujo anterior, los tiempos en este proceso hasta la actividad 4 según la enumeración en sus símbolos tiene una sumatoria de 4,17 minutos, este es el tiempo que tarda

el operario 1 en programar la maquinaria, cortar una lámina de espuma y apilarla a un lado. Teniendo en cuenta que se pueden obtener hasta 25 láminas de espuma por bloque y 1 una lámina de espuma cada 25 segundos por lo tanto se deduce que el operario tarda 104,2 minutos en cortar un bloque de espuma, o sea 1.73 horas.

$$300 \text{ laminas diarias} \div 12 \text{ bloques diarios} = 25 \text{ laminas por bloque}$$

$$4,17 \text{ minutos por lámina} \times 25 \text{ laminas por bloque} = 104,2 \text{ minutos por bloque}$$

A estos 104,2 minutos se le suman los 5,48 minutos que tarda el operario 2 en transportar las láminas de espuma hasta el área de colchonería, su sumatoria sería igual a 109.6 minutos o sea 1,81 horas es lo que se tarda en terminar todo el proceso de corte de un solo bloque por lo tanto en 8 horas, cortan 4 bloques de espuma.

Al realizar el análisis de tiempos en relación con la capacidad de la maquinaria, se puede concluir que hay tiempos muertos en este proceso, algunas de las razones es la distancia recorrida por el operario al adquirir el bloque de espuma, subirlo al montacarga y la frecuencia con la que se desplaza alrededor de la maquina cortadora para inspeccionar las láminas y apilarlas.

5.2.2 CORTE VERTICAL



Ilustración 16 área de corte de bloques de espuma (vertical)

De igual manera que en el corte horizontal, el operario 1 en este proceso se comunica con el operario 2 encargado del montacargas para trasladar el bloque de espuma desde el almacenamiento hasta la base de la maquina cortadora, el operario 1 programa la maquinaria de corte vertical, en este proceso el bloque de espuma se sitúa en la base para cortar láminas a lo largo y con diferentes dimensiones según las referencias, el operario dispone de cada lámina cortada, la inspecciona y la apila a un lado hasta terminar el corte del bloque.

El proceso consiste en cortar bloques de espuma de diferentes densidades en láminas de espuma dependiendo de la referencia optada en ese momento, largo (corte vertical), ancho (corte horizontal) y altura siendo su capacidad máxima 15 bloques de espuma.

Etiqueta 3 Corte vertical

Nombre	Angie Pesillo
Fecha	20/11/2020
proceso	CORTE DE BLOQUES
Subproceso	CORTE DE BLOQUE VERTICAL
Operario/s	Edwin Ortega- Operario 1 Diego Castillo. Operario 2

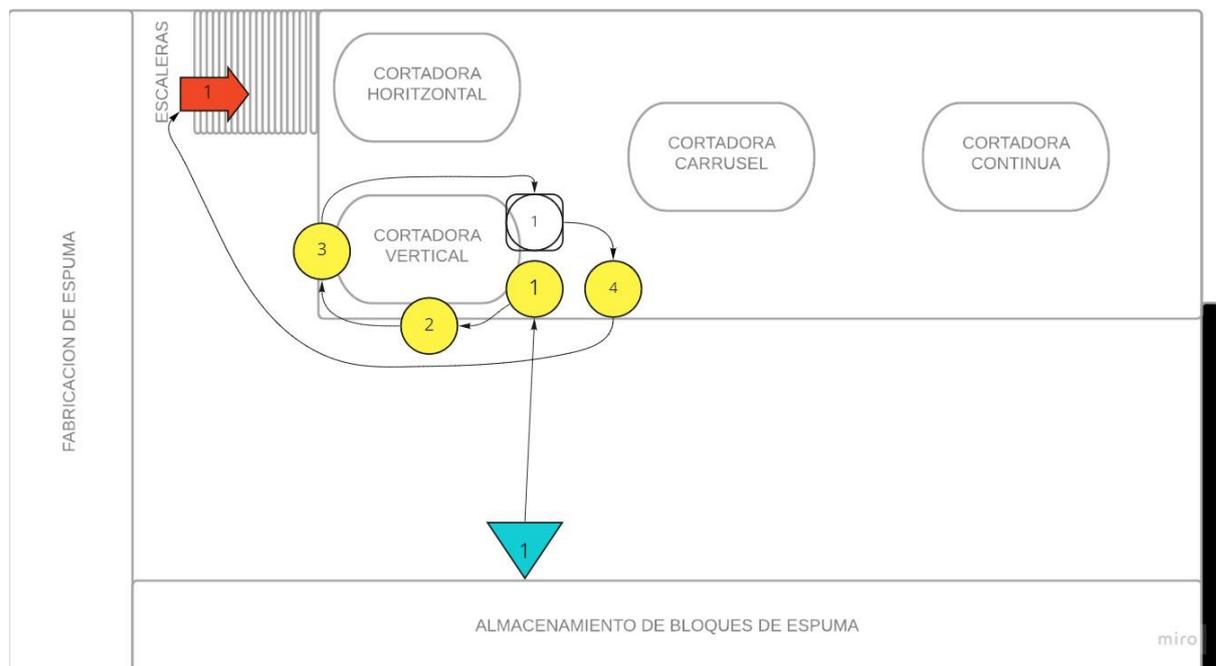
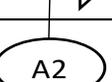
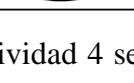


Ilustración 17 diagrama de recorrido corte vertical

De acuerdo con el diagrama de recorrido, el operario 1 y 2 comienzan sus actividades en el almacenamiento de bloques de espuma y se desplazan 6 metros hasta la base de la máquina cortadora, este desplazamiento se repite 12 veces diariamente de acuerdo con la orden de producción, el operario 1 posiciona el bloque en alineación a la cuchilla de corte y programará la maquinaria, hasta este punto de igual manera se repetirá 12 veces, después inspecciona 25

láminas por bloque por lo cual serán 25 inspecciones, posteriormente el operario se desplazará 2 metros para apilar las 25 láminas, siendo 12 bloques serán 300 láminas que el operario deberá inspeccionar y apilar por lo cual diariamente se repetirá 300 veces esta última actividad. Al terminar el corte del bloque, el operario 2 dispondrá de ellas y se desplazará 10 metros para entregar el material al siguiente proceso.

Tabla 11 diagrama de flujo por proceso (vertical)

Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbolo	Descripción
			Adquisición de bloques de espuma en almacén
6	2,06		Se desplaza con el bloque hasta la maquina cortadora
6	1,26		Posicionar el bloque con alineación en la cuchilla de corte
0	0,34		Programar la maquinaria
2,27	0,17		Inspección de laminas
0	0,08		Apilar las laminas conforme van saliendo
2	0,17		Desplazar laminas hasta el área de colchoneria
10	5,48		

Los tiempos en este proceso hasta la actividad 4 según la enumeración en sus símbolos tiene una sumatoria de 4,08 minutos, este es el tiempo que tarda el operario 1 en programar la maquinaria, cortar una lámina de espuma y apilarla a un lado. Teniendo en cuenta que se pueden obtener hasta 25 láminas de espuma por bloque en cada una de las áreas de corte de bloques y 1 una lámina de espuma cada 25 segundos por lo tanto se deduce que el operario tarda 102 minutos en cortar un bloque de espuma, o sea 1.7 horas.

$$300 \text{ laminas diarias} \div 12 \text{ bloques diarios} = 25 \text{ laminas por bloque}$$

$$4,08 \text{ minutos} \times 25 \text{ laminas por bloque} = 102 \text{ minutos}$$

A estos 102 minutos se le suman los 5,48 minutos que tarda el operario 2 en transportar las láminas de espuma hasta el área de colchonería, su sumatoria sería igual a 107,48 minutos o sea 1,78 horas es lo que se tarda en terminar todo el proceso de corte de un solo bloque de forma vertical, la diferencia de tiempo entre el proceso de corte de bloques horizontal y vertical es de 2,12 minutos esto se debe principalmente a la distancia que recorre el operario 1 desde la maquinaria de corte horizontal hasta el área de almacenamiento de bloques y el operario 1 de la maquinaria de corte vertical hasta la misma área de almacenamiento de bloques por la ubicación de la maquinaria dentro de la planta la cual tienen 2 metros de distancia entre maquinaria. El operario corta diariamente 4 bloques de espuma, la maquinaria de corte vertical, horizontal y carrusel tienen la misma capacidad de corte de hasta 15 bloques, de igual manera se concluye que no se está aprovechando el 100% de su capacidad.

5.2.3 CORTE CARRUSEL



Ilustración 18 área de corte de bloques de espuma (carrusel)

El operario 1 en este proceso se comunica con el operario 2 encargado de transporte de cargas para que le ayude a trasladar de 1 a 4 bloques de espuma según lo requerido hasta la base de la cortadora, en este proceso se pueden situar hasta cuatro bloques en la base para ser cortados tanto de manera vertical como horizontal, el operario 1 programa la maquinaria y conforme va cortando las láminas, dispone de ellas, las inspecciona para verificar que no tenga anomalías y

las apila a un lado hasta que termine el corte de todo el bloque, esta máquina es automatizada para diferentes velocidades y dimensiones según las referencias.

El objetivo de este proceso es cortar más de 2 bloques al mismo tiempo ya que la maquina cuenta con una base giratoria en donde su capacidad máxima es hasta de 8 bloques, ya sea de forma vertical u horizontal.

Etiqueta 4 Corte carrusel

Nombre	Angie Pesillo
Fecha	20/11/2020
Proceso	CORTE DE BLOQUES
Subproceso	CORTE DE BLOQUE CARRUSEL
Operario/s	Andrés Cifuentes- Operario 1 Diego Castillo- Operario 2

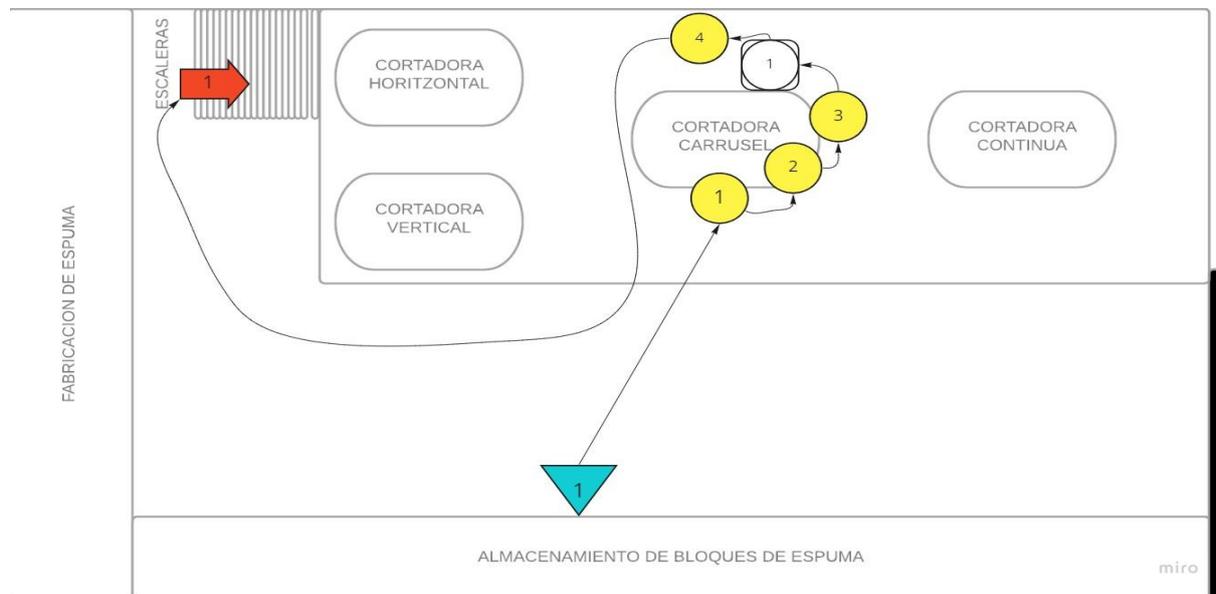
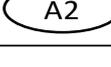


Ilustración 19 diagrama de recorrido corte carrusel

De acuerdo al diagrama de recorrido, los operarios 1 y 2 dentro de este proceso al igual que en los anteriores, inician sus actividades en el área de almacenamiento en dónde al adquirir su bloque de espuma se dirigen a la base de la maquinaria recorriendo 11,5 metros, teniendo en cuenta que esta maquinaria puede cortar hasta 5 bloques de espuma por lo cual los operarios

repetirán este desplazamiento 3 veces más de acuerdo a la capacidad de la maquinaria, después de lo anterior, el operario sitúa cada bloque sobre la base de la maquinaria y la programa, posteriormente se desplazará 2,76 metros para disponer de las láminas cortadas para inspección y las apilará a 2 metros, después del corte de los bloques el operario 2 dispondrá de las láminas de espuma y se desplazará 13,5 metros para entregarlas al siguiente proceso.

Tabla 12 Diagrama de flujo por proceso (corte carrusel)

Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Símbolo	Descripción
			Adquisición de bloques de espuma en almacén
11,5	2,10		Se desplaza con el bloque hasta la maquina cortadora
11,5	1,28		Posicionar el bloque con alineación en la cuchilla de corte
3,15	0,66		Programar la maquinaria
0	0,17		Inspección de laminas
2,76	0,08		Apilar las laminas conforme van saliendo
2	0,25		Desplazar laminas hasta el área de colchoneria
13,5	5,58		

Al analizar el diagrama de flujo anterior, los tiempos en este proceso hasta la actividad 4 según la enumeración en sus símbolos tiene una sumatoria de 4.54 minutos, este es el tiempo que tarda el operario 1 en ir al almacenamiento y disponer del o los bloques de espuma, programar la maquinaria, cortar una lámina de espuma por cada bloque y apilarla a un lado. Teniendo en cuenta que se pueden obtener hasta 25 láminas de espuma por bloque en cada una de las áreas de corte de bloques y 1 una lámina de espuma cada 25 segundos por lo tanto se deduce que el operario tarda 113.5 minutos en cortar 4 bloques de espuma en esta maquinaria, o sea 1.99

horas, como esta maquinaria puede cortar hasta 4 bloques de espuma, por lo tanto, de un lote de 4 bloques se pueden obtener 100 láminas de espuma

$$300 \text{ laminas diarias} \div 12 \text{ bloques diarios} = 25 \text{ laminas por bloque}$$

$$25 \text{ laminas por bloque} \times 4 \text{ bloques} = 100 \text{ laminas por lote de bloques}$$

$$4,54 \text{ minutos} \times 25 \text{ laminas por bloque} = 113,5 \text{ minutos}$$

A estos 113,5 minutos se le suman los 5,58 minutos que tarda el operario 2 en transportar las láminas de espuma hasta el área de colchonería, su sumatoria sería igual a 119.08 minutos o sea 1,99 horas es lo que se tarda en terminar todo el proceso de una tanda de 4 bloques de forma vertical u horizontal por lo tanto el operario corta diariamente 16 bloques de espuma.

5.2.4 CORTE CONTINUO



Ilustración 20 área de corte de bloques de espuma (continuo)

El operario 1 en este proceso se comunica con el operario 2 encargado del montacargas para el transporte de los cilindros de espuma desde el almacenamiento hasta la máquina cortadora que, al llegar el cilindro, el operario lo sitúa de manera horizontal para acomodarlo en la prensadora y asegurarlo, terminado esto se programa la maquinaria. Esta maquinaria es exclusivamente para los cilindros de espuma cuyo propósito es cortar estos cilindros con anchos de 3 milímetros y un largo independiente teniendo como resultado láminas finas para finalmente ser utilizadas en el acolchado de la tela que recubre el

colchón, la finalizar el corte del cilindro el operario dispone de él y lo apila a un lado para ser trasladado al siguiente proceso, la capacidad máxima de esta maquinaria es de 24 cilindros de espuma diarios. El operario encargado de este proceso no manifiesta acontecimientos importantes dentro de su orden de producción.

Etiqueta 5 Corte continuo de cilindros de espuma

Nombre	Angie Pesillo
Fecha	20/11/2020
proceso	CORTE DE BLOQUES
Subproceso	CORTE A CILINDRO DE ESPUMA
Funcionario	Alberto Parra- Operario 1 Diego Castillo- Operario 2

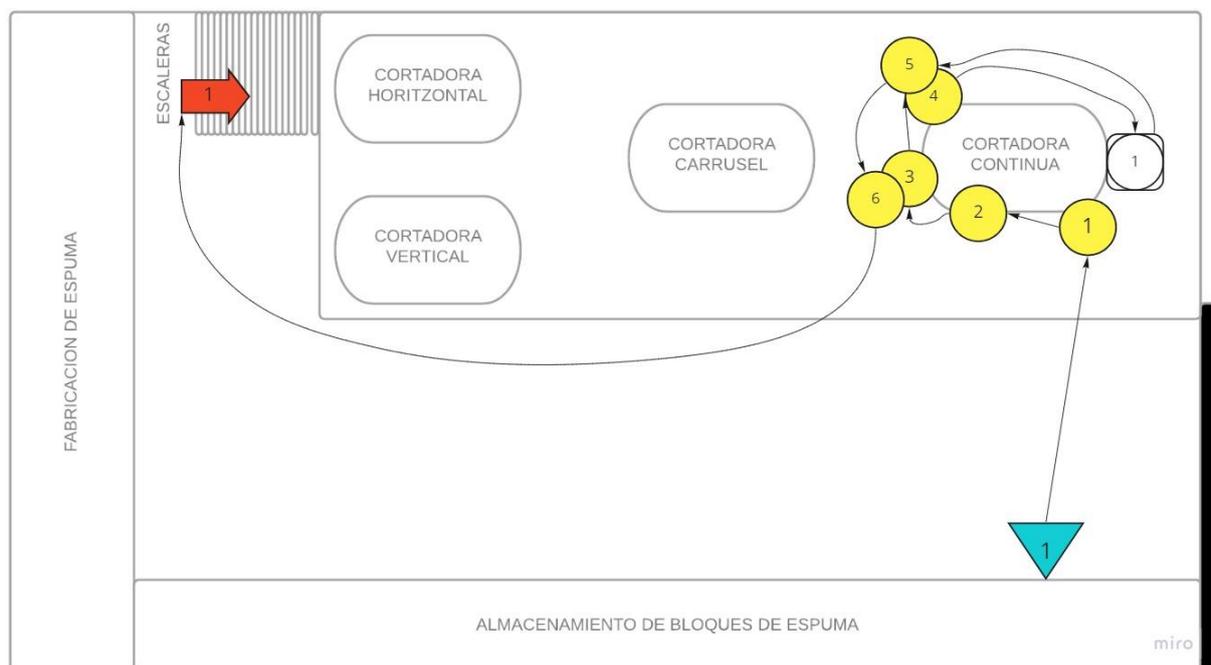
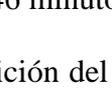


Ilustración 21 diagrama de recorrido corte continuo

Como se aprecia en el diagrama de flujo, el operario 1 y 2 inician sus actividades en el área del almacenamiento para recoger el cilindro de espuma, posteriormente se dirigen a la maquinaria recorriendo 11,5 metros, el operario 1 dispone del cilindro y lo posiciona de manera vertical para prensarlo a la maquinaria, para realizar esta acción el operario 1 recorre 1,5 metros después

de preparar el cilindro, ajusta la prensadora para fijarlo y ajustarlo de lado a lado por lo cual recorre 2,5 metros, posteriormente el operario se desplaza 2,36 metros para programar la maquinaria, después de que la maquinaria inicie el corte, el operario se desplazará 2,5 metros para supervisar el corte, esta última actividad dura 37,45 minutos; al terminar, el operario se desplaza 2,36 metros para apagar la maquina y se dirige hacia el cilindro para posteriormente retirarlo por lo cual camina una distancia de 1,5 metros y se comunica con el operario 2 para disponer del cilindro de espuma y trasladarlo al área de colchonera por lo cual su distancia recorrida es de 15,5 metros.

Tabla 13 Diagrama de flujo por procesos (continuo)

Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbolo	Descripción
			Adquisición de bloques de espuma en almacen
11,5	0,50		Se desplaza con el cilindro hasta la maquina cortadora
11,5	1,56		Posicionar el cilindro en la prensadora
1,5	0,91		Ajustar la prensadora
2,5	0,05		Programar la maquinaria
2,36	1,15		Supervisión del corte
2,5	37,45		Apagar la maquinaria
2,36	1,09		Retira el cilindro
1,5	0,75		Desplaza el cilindro hasta el área de colchonera
15,5	6,03		

En este caso el operario 1 tarda 43,46 minutos en realizar todo el proceso de corte del cilindro de espuma, iniciando con la adquisición del cilindro en almacenamiento y finalizando con el retiro del cilindro de la prensadora, a este proceso se le suma el transporte de dicho cilindro

hasta el área de corte el cual son 6,03 minutos, cuyo resultado total serian 49,49 minutos en realizar todo el proceso, esto equivale a 0,82 horas. Teniendo en cuenta que el corte del cilindro de espuma es continuo, el operario no necesita hacer pausas o desplazamientos para apilar o agrupar el producto ya que se obtendrá otro cilindro de espuma, pero laminado (ver ilustración 19) el cuál será trasladado a corte para preparar el acolchado del colchón, la orden de producción mínima es de 10 cilindros de espuma diarios, por lo tanto, el operario con el tiempo que demora, entrega completamente su orden.

5.3 Área de colchonería

5.3.1 CORTE



Ilustración 22 Área de corte

Las operarias 1 y 2 tienen un almacenamiento de tela para el acolchado el cual disponen de este y lo distribuyen por la mesa de corte hasta cubrirlo, toman la medida de la referencia correspondiente tanto de la tela como de la lámina de espuma de los cilindros cuyo traslado a esta área es gracias al operario 3 encargado del montacarga el cual les distribuye el material en cada estación del proceso de fabricación del colchón. Este proceso consiste en cortar el tapizado según la medida correspondiente a la referencia del colchón para ser entregado a “costura”. Las operarias 1y 2 manifiestan cansancio ya que deben estar de pie y en movimiento constante durante su jornada laboral debido a las tomas de medida de largo y ancho del tapizado, el corte

y la frecuencia con la que realizan estas actividades, adicional a esto comentan que en ocasiones se suelen tener cambios radicales dentro de la orden de producción debido a la prioridad que se le suele dar a ciertos clientes, por esta razón esas veces tienden a ser días mucho más atareados, con mucho estrés y no logran terminar a tiempo la orden de producción siendo esta 48 láminas diarias de espuma y acolchado, 24 por cada operaria.

Este proceso consiste en cortar el tapizado según la medida correspondiente a la referencia del colchón para ser entregado a costura.

Etiqueta 6 Corte

Nombre	Angie Pesillo
Fecha	20/11/2020
proceso	COLCHONERIA
Subproceso	CORTE
Operario/s	Rosalba Duarte- operaria 1 Paula Camacho- Operaria 2 Diego Castillo- Operario 3

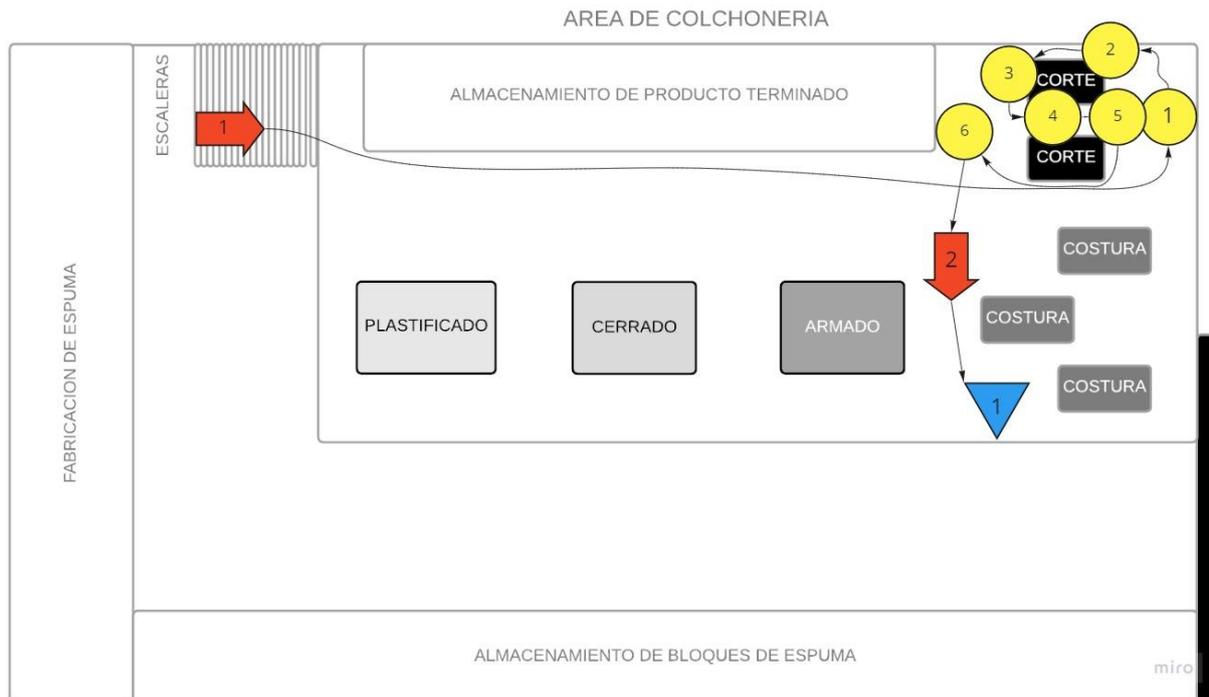
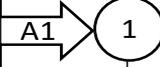
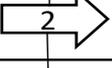
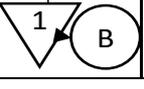


Ilustración 23 diagrama de recorrido área de corte

En este diagrama de flujo inicia en el área de colchonería con el proceso de corte, en el cual el operario 3 entrega el cilindro de espuma a las operarias 1 y 2 quienes recorren 1,5 metros desde su área de trabajo hasta el cilindro, ambas disponen de dicho cilindro y regresan 1,5 metros hacia la mesa en donde posicionan el cilindro en de manera horizontal, la operaria 1 cubre la mesa con la espuma al desenvolverla recorriendo 1,8 metros siendo este el largo de la mesa, toma la medida necesaria y corta la lámina desplazándose de lado a lado a lo largo de la mesa, posteriormente la operaria se desplaza 3,5 metros para apilar las láminas cortadas y al terminar el corte de todo el cilindro, dispone de todas las láminas y recorre 5,13 metros hasta el área de costura para entregarlas al siguiente proceso, la operaria 2 realiza el mismo procedimiento.

Tabla 14 Diagrama de flujo por proceso (corte de tela)

Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbolo	Descripción
15,5	6,03		Adquisición de cilindro de espuma cortado
1,5	0,51		Se desplaza con el cilindro hasta la mesa
1,5	0,41		Posicionar el cilindro en la mesa de forma horizontal
0	0,95		Desenrolla el cilindro hasta que la lamina ocupe toda la mesa
1,80	0,33		Toma la medida necesaria y corta la lamina y tela
1,80	1,58		La apila a un lado
3,5	3,02		Desplaza las laminas hasta el área de costura
5,13	0,95		

En este proceso las operarias inician con la adquisición del cilindro de espuma que se encuentra a metro y medio de su área de trabajo y finaliza con el apilamiento de las láminas que se encuentran en la actividad numero 6 según la enumeración de los símbolos del anterior diagrama de flujo, teniendo un total de 12,83 minutos. Al sumar el desplazamiento de la pila de láminas hasta el proceso de costura se obtuvo un total de 13,78 minutos, equivalente a 0,22 horas en realizar todo este proceso, por lo tanto, cortan aproximadamente 32 láminas de espuma diarias razón por la cual no terminan la orden de producción estándar siendo estos 124 acolchados diarios, 62 por cada operaria.

5.3.2 COSTURA



Ilustración 24 Área de costura

Las operarias 1, 2 y 3 reciben las láminas de tela y de espuma y disponen una de cada una respectivamente y las sitúa en la mesa donde se encuentra la máquina de coser, les realizan un bordado para que tanto la lámina de espuma como la de tela queden juntas. En costura se recibe el tapizado ya recortado para filetear los bordes de manera que queden cerrados y uniformes para ser llevados al siguiente proceso, las operarias manifiestan su inconformismo por el cambio abrupto de orden de producción que se suelen presentar en algunas ocasiones puesto que el día anterior ellas alistan su espacio de trabajo para la orden del día siguiente y cuando se presentan estos cambios suele ocasionar desorden y demoras debido a que el producto en proceso no se encuentra en su estación de trabajo.

En este proceso se recibe el tapizado recortado para filetear los bordes de manera tal que queden cerrados y uniformes para ser llevado al siguiente proceso

Etiqueta 7 Costura

Nombre	Angie Pesillo
Fecha	20/11/2020
proceso	COLCHONERIA
Subproceso	COSTURA
Operario/s	Angela Ramírez- Operaria 1 Fanny Barona- Operaria 2 Marcela Pinilla- Operaria 3

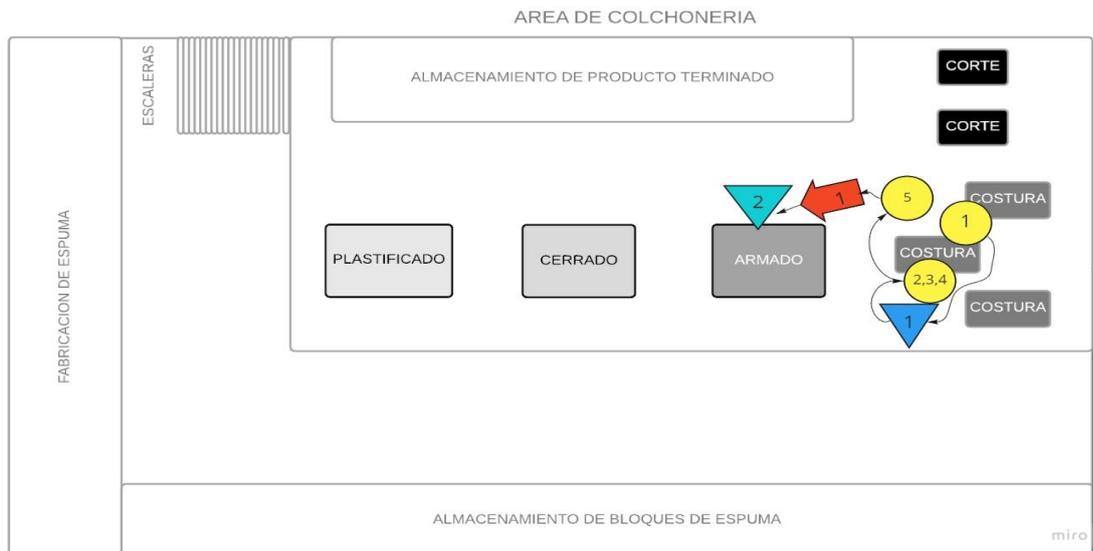


Ilustración 25 diagrama de recorrido área de costura

En el área de costura las 3 operarias inician en su puesto de trabajo con el alistamiento de la maquinaria, posteriormente se desplazan 2 metros hacia el área donde se encuentra la tela acolchada y las láminas de cilindro de espuma para el acolchado y regresan a su puesto de trabajo, posicionan la tela acolchada sobre la lámina de cilindro de espuma y la alinea con la máquina de coser, para realizar esta última actividad, las operarias recorren 1,5 metros, después se disponen a realizar los respectivos bordados, acabados y corte de hilo sobrante, para este proceso las operarias se encuentran sentadas; al terminar, las operarias recorren 2,4 metros para apilar el acolchado del colchón, al terminar la orden las operarias se dirigen hacia el área de armado con el acolchado por el cuál deben desplazarse 3,33 metros.

Tabla 15 Diagrama de flujo por proceso (costura)

Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbolo	Descripción
		1	Enhebrar el hilo en la maquina y alistar el espacio de trabajo
0	0,51	B 1	Dispone de la tela y laminas para acolchado y regresan a su puesto
2	0,06	2	Posicionar la tela sobre la lamina de espuma en alineación con la máquina de coser
1,5	0,33	3	Realizar los bordes y acabados
0	3,76	4	cortar hilo sobrante
0	0,16	5	La apila a un lado
2,4	5,03	1	Desplaza las laminas hasta el siguiente proceso
3,33	0,58	2	
		A	

En este proceso las operarias realizan todas las actividades en 10,43 minutos equivalente a 0,17 horas siendo este el resultado de la sumatoria de cada una de las actividades del diagrama de flujo anterior de operaria por lamina bordada, las operarias deben entregar una orden de producción de al menos 40 láminas por cada operaria o sea 120 láminas o acolchados bordados teniendo en cuenta que la jornada laboral les da el tiempo exacto para cumplir con la orden aun así no alcanzan a suplir totalmente dicha orden puesto que en las ocasiones en las cuales cambia abruptamente la orden de producción, se suelen quedar sin material generando tiempos muertos y retrasos.

$$60 \text{ minutos} \div 10,43 \text{ minutos/bordado} = 5,75 \approx 6 \text{ laminas bordadas/hora}$$

$$6 \text{ laminas/hora} \times 8 \text{ horas laborales} = 48 \text{ laminas boradas diarias/operaria}$$

5.3.3 ARMADO



Ilustración 26 Área de armado

La labor del operario 1 en esta área consiste en recibir el acolchado fileteado y bordado del área de costura y las láminas de espuma del área de corte y arma el colchón colocando en la superficie de la mesa la tela acolchada que quedará en la parte de abajo del colchón, encima de la tela pondrá unas 3 láminas de espuma según la referencia y en la cara superior pondrá tela acolchada para cubrir el colchón, de esta misma manera se colocan las caras laterales de tela acolchada. Esta área tiene como función la unión o el ensamble de cada una de las piezas producidas en las fases anteriormente mencionadas junto con las láminas de espuma obtenidas en el proceso de corte de bloques de espuma formando así el colchón para continuar así su curso de fabricación. El desde su experiencia manifiesta las demoras que suelen ocurrir cuando de igual manera que en las áreas anteriores se tienen cambios de orden de producción en dónde han iniciado con la orden establecida el día anterior y en medio de los procesos les informan los cambios que tendrán razón por la cual no terminan la orden de producción establecida el día anterior ni con la nueva orden a la cual tendrán que darle prioridad.

Este proceso tiene como función la unión o el ensamble de cada una de las piezas obtenidas en las fases anteriormente mencionadas formando así el colchón para continuar su curso de fabricación.

Etiqueta 8 Armado

Nombre	Angie Pesillo
Fecha	20/11/2020

proceso	COLCHONERIA
Subproceso	ARMADO
Operario/s	Brayan Espitia- Operario 1

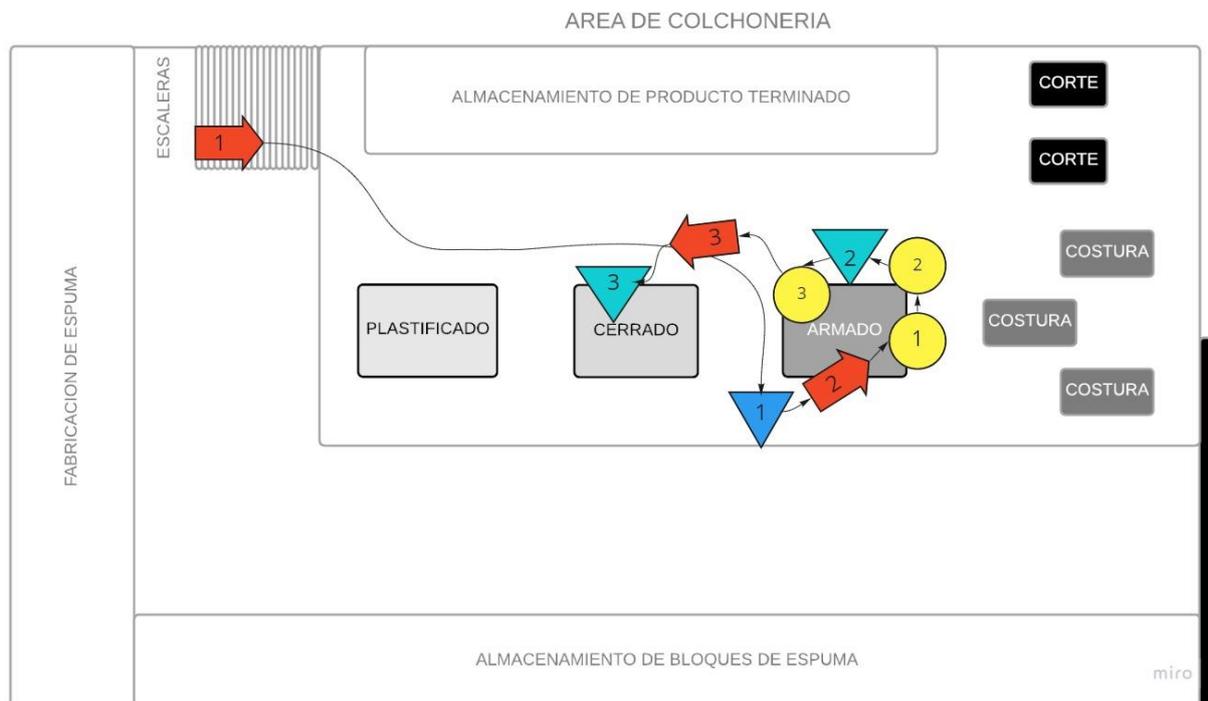
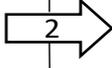
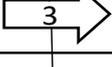


Ilustración 27 diagrama de recorrido área de armado

En esta área el operario 1 dispone de las láminas de espuma correspondientes recibidas desde las áreas de corte de bloques que se encuentra a 1,5 metros de su área de trabajo, regresa a la mesa dónde situará las láminas en el respectivo orden, según la referencia, posteriormente el operario se desplazará 1,5 metros hasta la pila de láminas acolchadas recibidas desde el área de costura, posterior a esto el operario situará la cantidad de láminas requeridas para recubrir las láminas cortas de espuma el cuál será el interior del colchón, por último el operario se desplazará con el armado hasta el área de cerrado ubicado a 4,86 metros de su lugar de trabajo.

Tabla 16 Diagrama de flujo por proceso (armado)

Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbolo	Descripción
			Dispone de las laminas de espuma correspondientes
1,5	0,51		Se desplaza hasta la mesa junto con las laminas de espuma
1,5	0,51		Sitúa las laminas en su respectivo orden
0	1,55		Dispone de la tela cortada y bordada para situarlas encima y debajo de las láminas
1,50	1,02		sitúa la tela encima y debajo de las láminas
0	1,25		Desplaza el armado hasta el siguiente proceso
4,86	5,08		

El operario en esta ocasión demora exactamente 9,92 minutos en armar un solo colchón y desplazarlo a la siguiente área, la orden de producción estándar es de 40 armados diarios, pero no se suele cumplir esta orden debido a las demoras de entrega de material del proceso anterior con respecto a las láminas del acolchado, el operario entrega aproximadamente 35 armados diarios.

$$60 \text{ minutos} \div 9,92 \text{ minutos armado/colchon} = 6,04 \approx 6 \text{ armados/ hora}$$

$$6 \text{ armados/hora} \times 8 \text{ horas laborales} = 48 \text{ armados diarios}$$

El operario realiza un armado en 9,92 minutos (0,16 horas), esto es equivalente a realizar 6 armados en 1 hora por lo tanto debería realizar 48 armados diarios dentro de las 8 horas de jornada laboral en el cual el número mínimo de armados a entregar son 40 pero debido a los retrasos el operario no alcanza a realizar la orden mínima.

5.3.4 CERRADO



Ilustración 28 Área de cerrado

Los operarios 1 y 2 son los encargados bordar el acolchado de manera tal que la espuma este sellada completamente y el acolchado templado para mejor resistencia. Este proceso consiste en sellar el ensamblaje realizado en el procedimiento anterior con una maquina manual cuya finalidad es darle un bordado decente y perfecto, terminada esta secuencia el colchón estará listo para ser plastificado y posteriormente desplazado al área de despacho. Estos operarios manifiestan cansancio por la cantidad de tiempo que debe estar de pie y la fuerza que realiza al templar el acolchado para que se ensamble en la maquina y poder sellar así el colchón, los operarios deben entregar 48 cerrados diarios, 24 por cada uno.

Este proceso consiste en sellar el ensamblaje realizado en el procedimiento anterior con una maquina manual cuya finalidad es darle un bordado decente y perfecto de tal manera que no se visualice la espuma.

Etiqueta 9 Cerrado

Nombre	Angie Pesillo
Fecha	20/11/2020
proceso	COLCHONERIA

Tabla 17 Diagrama de flujo por procesos (cerrado)

Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbolo	Descripción
4,86	5,08		Se dispone del colchón y coloca sobre la mesa
1,5	0,50		Se enciende la máquina
0	0,03		Se cierra el colchón por encima y por debajo
4,5	15,13		Se inspecciona el colchón
1,5	1,54		Desplaza el armado hasta el siguiente proceso
4,8	0,66		

Según la sumatoria de los tiempos de esta actividad desde la disposición del armado hasta el desplazamiento al siguiente proceso, cada operario tarda 22,94 minutos en realizar todas las actividades para un solo colchón por lo tanto entregan diariamente 24 colchones cada uno, en total 48 colchones, siendo 26 colchones la orden mínima para cada uno.

$$60 \text{ minutos} \div 22,94 \text{ cerrado/colchón} = 2,61 \approx 3 \text{ cerrados/hora}$$

$$3 \text{ armados/hora} \times 8 \text{ horas laborales} = 24 \text{ cerrados diarios/operario}$$

Se tiene en cuenta que del proceso anterior se deben recibir 120 armados, aun así, los dos operarios que se encargan de cerrado no alcanzarían a realizar la operación con los 120 armados puesto que harían el doble del trabajo asignado y se sobrecargarían en trabajo, en esta área no hay suficientes operarios para cubrir totalmente la orden de producción.

5.3.5 PLASTIFICADO



Ilustración 30 Área de plastificado

El operario 1 se encarga de recubrir el colchón con una lámina plástica que contiene el logo de la empresa, Julián sitúa sobre la mesa la lámina plástica y sobre ella pone el colchón, lo recubre con dicha lamina y lo sella por medio de calor. Esta cubierta plástica protege el producto para que, al momento de ser despachado y entregado a los clientes, el producto llegue en perfecto estado. Este operario debe entregar diariamente 48 colchones sellados, manifiesta al igual que anteriores ocasiones cansancio al estar de pie y en constante movimiento dentro de su jornada laboral.

Consiste en colocar el producto terminado dentro de una cubierta plástica el cual protege el colchón para mantenerlo en perfectas condiciones.

Etiqueta 10 Plastificado

Nombre	Angie Pesillo
Fecha	20/11/2020
proceso	COLCHONERIA
Subproceso	PLASTIFICADO
Operario/s	Julián Quintana- Operario 1

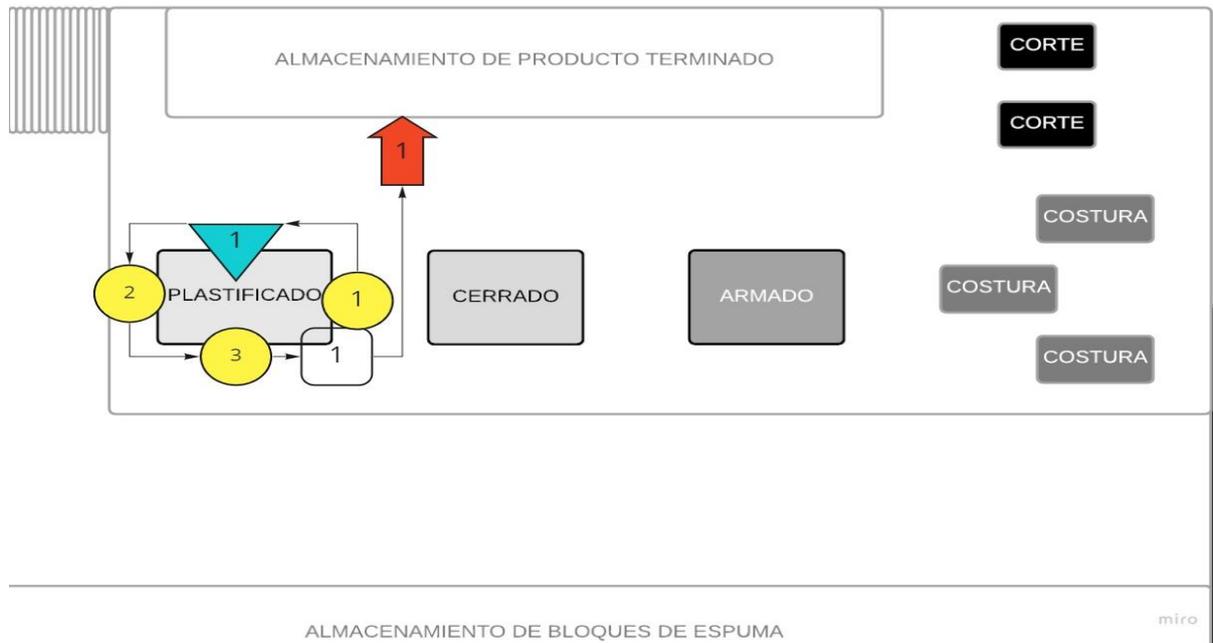
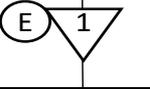
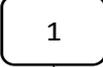
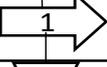


Ilustración 31 diagrama de recorrido área de plastificado

En este último proceso el operario situara una capa de plástico con el logo de la organización sobre la mesa, después se desplazara 1,54 metros para disponer del colchón y lo sitúa sobre la lámina plástica, cubrirá el colchón con dicha lamina y recorrerá 4,5 metros alrededor de la mesa, posteriormente por medio de calor el operario recorrerá los mismos 4,5 metros alrededor de la

mesa para cerrar el plástico, lo inspecciona y finalmente se dirige al área de almacenamiento de producto terminado donde entregara el colchón listo para comercialización.

Tabla 18 Diagrama de flujo por proceso (plastificado)

Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Símbolo	Descripción
			El operario situa una capa de plástico sobre la mesa
0,86	0,25		Sobre el plástico pone el colchón
1,54	1,06		Se forra el colchón
4,5	6,23		Por medio de calor se queman los bordes
4,5	5,12		Se inspecciona
1,5	1,01		Se desplaza el colchón a almacenamiento
6	1,05		

En este último proceso el operario tarda 14,72 minutos (0,24 horas) en recubrir el colchón siendo esta la sumatoria de tiempos desde situar la capa de plástico sobre la mesa hasta el desplazamiento del colchón al almacenamiento, por lo tanto, el operario debe entregar mínimo 32 plastificados diarios.

$$60 \text{ minutos} \div 14,72 \text{ minutos cerrado/colchón} = 4,07 \approx 4 \text{ plastificados/hora}$$

$$4 \text{ plastificados/hora} \times 8 \text{ horas laborales} = 32 \text{ plastificados diarios}$$

Teniendo en cuenta el mismo caso del proceso anterior a este, se define que se debe entregar a almacenamiento la misma cantidad de colchones, que, de bordados recibidos esto quiere decir que, si se reciben los 48 colchones bordados, se deben entregar 48 colchones plastificados esta condición no se cumple puesto que hay un solo operario en esta área por lo cual le es imposible entregar la cantidad exacta, el operario manifiesta fatiga y sobre carga de trabajo.

6 propuesta

Fabricación de espuma

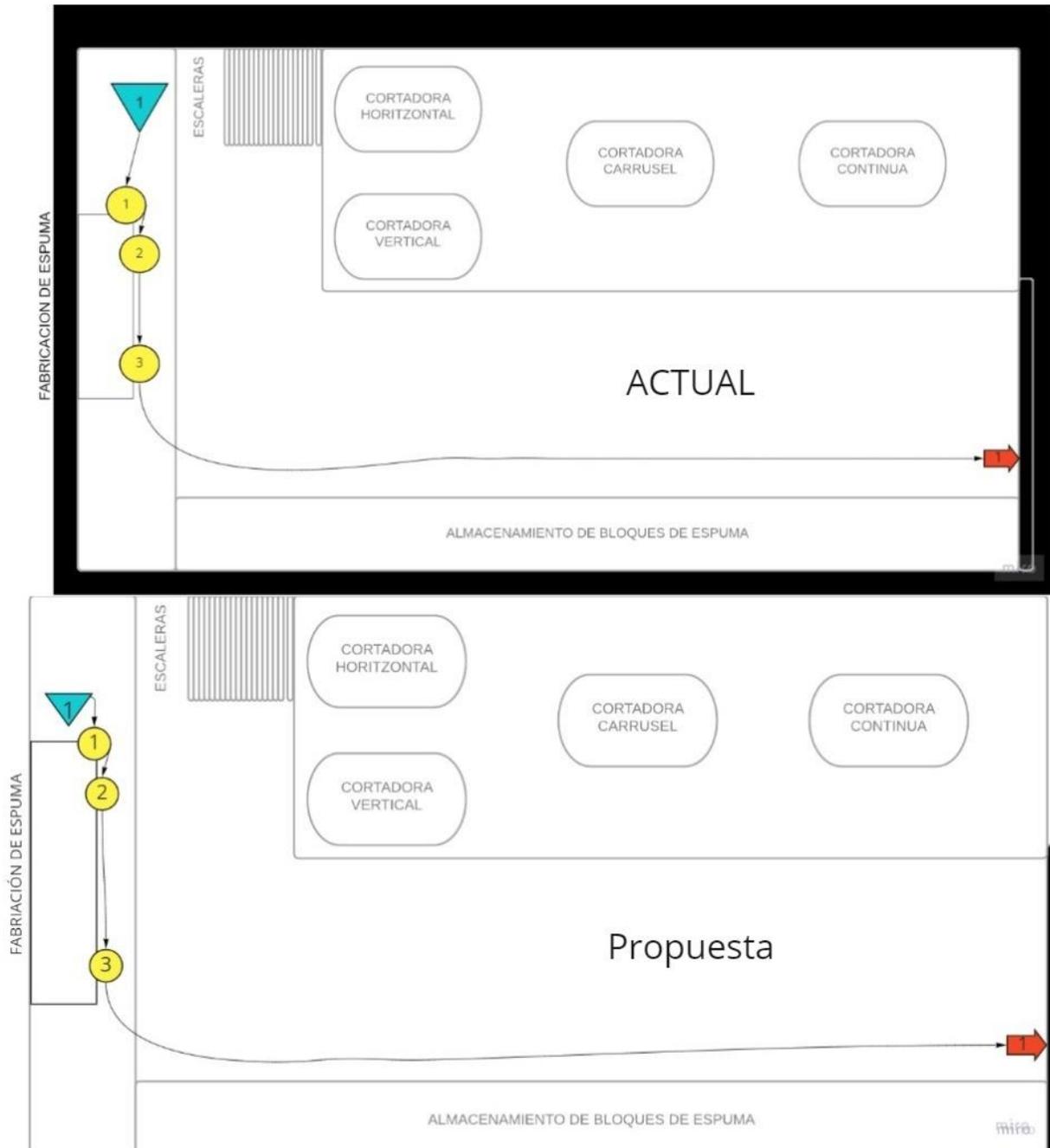


Ilustración 32 Diagrama de recorrido fabricación de espuma actual vs propuesta

Cómo se puede observar en el diagrama de recorrido propuesto (ver ilustración 32) en el área de fabricación de espuma, el operario adquiere los químicos y realiza la mezcla durante unos minutos y posteriormente se desplaza 2 metros hasta la máquina de espuma y vertee la mezcla, en dónde anteriormente se desplazaba 4 metros por lo cual recorrerá dos metros menos de

distancia, la diferencia se debe a que el puesto de adquisición de mezcla se encuentra más cerca de la maquinaria de fabricación de bloques lo cual no afectará significativamente en el proceso pero recorrerá menos distancia.

Formato cursograma analítico actual									
Diagrama Num:1 Hoja Núm de		Resumen							
Objeto: Revisión de proceso		Actividad			Actual	Propuesta	Economía		
Actividad: Fabricación de espuma		Operación							
Método: Actual/Propuesto		Transporte							
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Espera			X				
Operario (s): Emilio Ficha núm:01		Inspección							
Castiblanco		Almacenamiento							
		Distancia (m)			X				
		Tiempo (min-hombre)			X				
Compuesto por: Angie Fecha:4/11/2021		Costo							
Pesillo Fecha:4/11/2021		- Mano de obra							
Aprobado por: Jhon Rivera		- Material							
		Total							
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
Adquisición y mezcla de químicos	1	5,8	4						X
Verter mezcla en maquina para mezclar	1	20,5	5,3	X					
Control y espera de reacción e inspección	1	15	1,2		X				El operario no realiza ningun tipo de actividad excepto el respectivo control
Retiro de bloque de espuma	1	20	6,5	X					
Desplazamiento de bloque para reposo	1	10,15	25					X	Retiro al exterior de la planta
Total		5	71,45	42	2	1	0	1	1
Formato cursograma analítico propuesto									
Diagrama Num:1 Hoja Núm de		Resumen							
Objeto: Revisión de proceso		Actividad			Actual	Propuesta	Economía		
Actividad: Fabricación de espuma		Operación							
Método: Actual/Propuesto		Transporte							
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Espera				X			
Operario (s): Emilio Ficha núm:01		Inspección							
Castiblanco		Almacenamiento							
		Distancia (m)				X			
		Tiempo (min-hombre)				X			
Compuesto por: Angie Fecha:4/11/2021		Costo							
Pesillo Fecha:4/11/2021		- Mano de obra							
Aprobado por: Jhon Rivera		- Material							
		Total							
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
Adquisición de químicos	1	0,66	2						X
Verter mezcla en maquina para mezclar	1	20,5	5,3	X					El operario limpia los envases de mezcla
Control y espera de reacción e inspección	1	15	1,2		X				El operario realiza mezcla para el siguiente bloque
Retiro de bloque de espuma	1	20	6,5	X					
Desplazamiento de bloque para reposo	1	3	25					X	Retiro al exterior de la planta
Total		5	59,16	40	2	1	0	1	1

Ilustración 33 Cursograma analítico de fabricación de espuma propuesto vs actual

De acuerdo con el cursograma analítico propuesto el operario realiza la limpieza de los envases de la mezcla y posteriormente realiza dicha mezcla aprovechando el tiempo en el cual la maquinaria mezcla los químicos y se produce la reacción exotérmica. Con la adquisición de la

mezcla que ya ha realizado durante la espera de la reacción exotérmica solo tardará 0,66 minutos en verterla en la maquina que terminará de mezclar uniformemente y de esta manera se repite el ciclo. El tiempo total de este proceso será de 59,16 minutos equivalente a 0,98 horas, 12,29 minutos menos que el método actual utilizado en el cual demoran 71,45 minutos equivalentes a 1,19 horas.

Analizando el recorrido que realizará el operario 1, se puede concluir que existe el tiempo de espera que no era utilizado lo dispondrá a la limpieza de envases y mezcla de químicos para el próximo bloque. Según lo tiempos obtenidos se puede concluir con la siguiente regla de tres simple que en 0,98 horas el operario fabrica 1 bloque de espuma, entonces en 8 horas siendo esta su jornada laboral, se fabricarían 8 bloques de espuma diarios

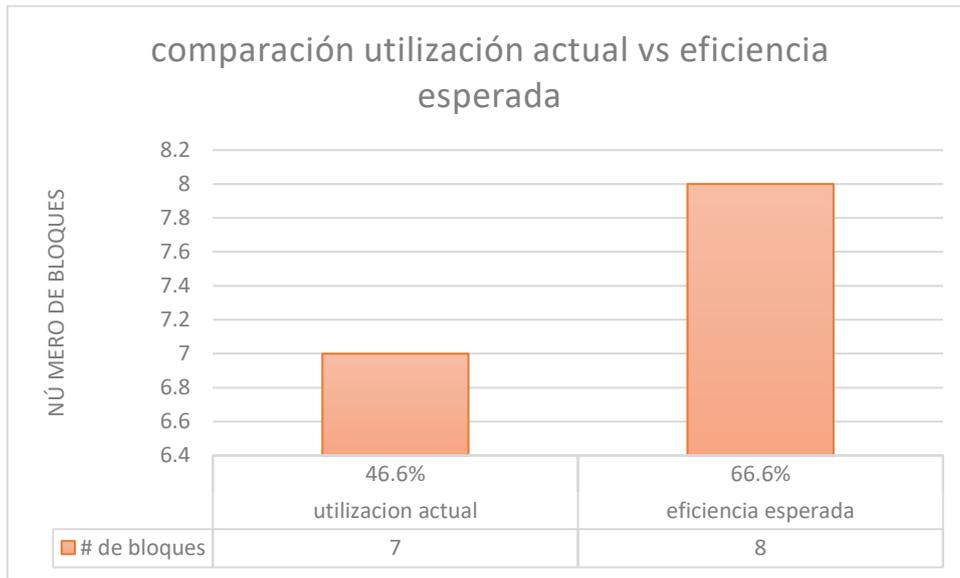
Tabla 19 Regla de tres, cálculo de fabricación de bloques en ocho horas

Horas	Cantidad de bloques	
0,98	1	$\frac{1 \times 8}{0,98} = 8 \text{ bloques}$
8	¿?	

Tabla 20 Utilización actual vs eficiencia esperada de fabricación de espuma

Calculo utilización y eficiencia de producción de espuma		
Utilización actual	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño}}$	$\frac{7 \text{ bloques}}{15 \text{ bloques}} \times 100\% = 46,6\%$
Eficiencia que se podría alcanzar	$\frac{\text{Producción real propuesta}}{\text{Capacidad de efectiva}}$	$\frac{8 \text{ bloques}}{12 \text{ bloques}} \times 100\% = 66,6\%$

Gráfico 1 Utilización actual vs eficiencia esperada



Al realizar el cálculo de la utilización actual se concluye que el 46,6% es la eficiencia con la cual se está llevando a cabo el proceso de fabricación de espuma, por el contrario, con el método propuesto su eficiencia aumentara en un 66,6%.

Corte de bloques de espuma

Corte horizontal de bloques de espuma

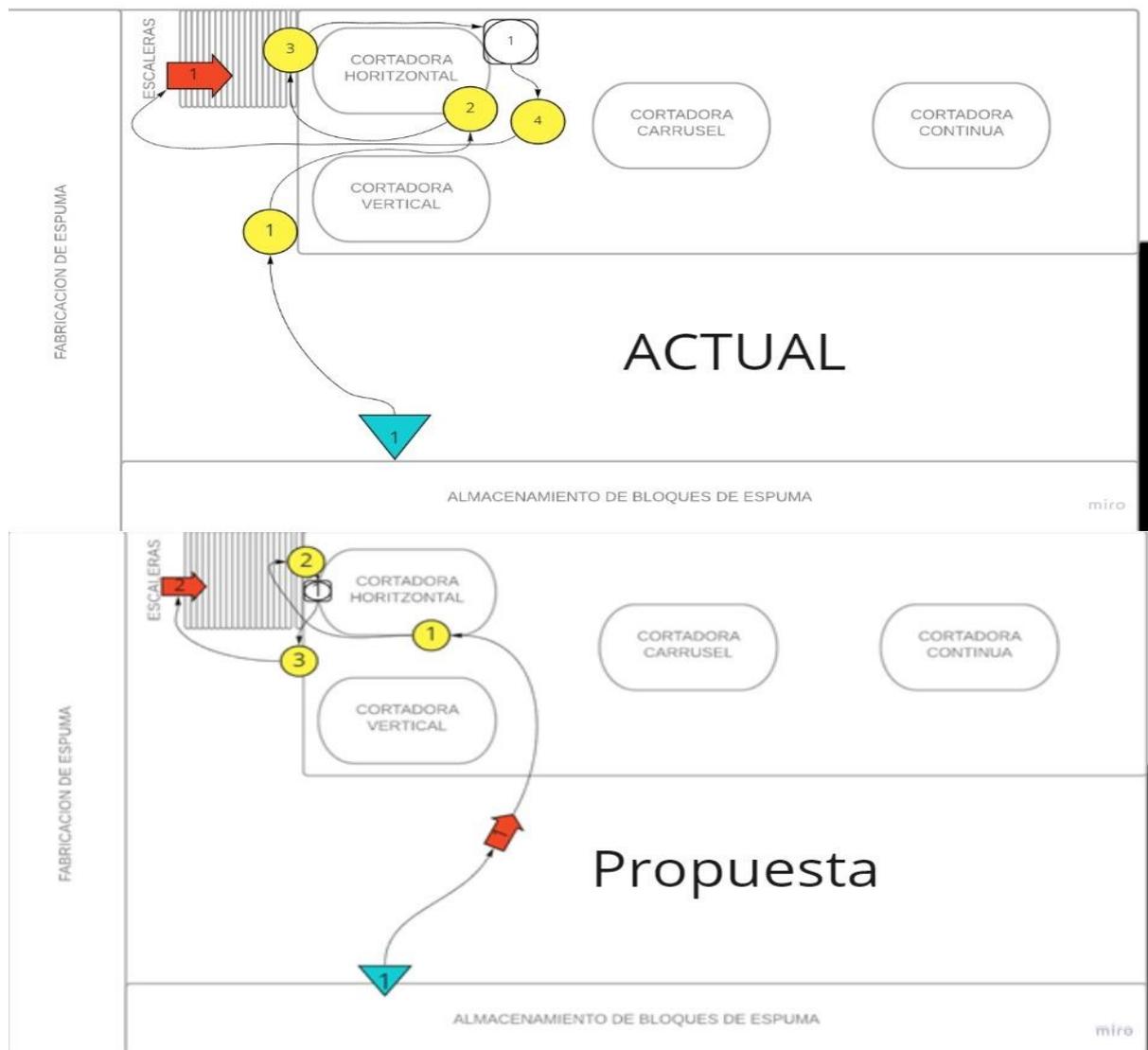


Ilustración 34 Diagrama de recorrido de corte horizontal de espuma actual vs propuesto

Como se observa en el diagrama de recorrido propuesto, se cambió el desplazamiento entre la adquisición de bloque de espuma hasta la máquina cortadora de manera tal que el recorrido fuese más directo y en menor tiempo, en el método actual el operario realiza el recorrido por el lado izquierdo del puesto de cortadora vertical, con el método propuesto se desplazará por el lado derecho el cual llegará directamente a posicionamiento recorriendo menos distancia en cada una de las actividades como se muestra en el siguiente cursograma analítico (ver ilustración 35).

Formato cursograma analítico actual



Diagrama Num:2 Hoja Núm de		Resumen								
Objeto: Revisión de proceso		Actividad			Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Corte de bloque horizontal	Operación									
Método: Actual/Propuesto	Transporte									
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS	Espera				X					
Operario (s): Camilo	Inspección									
Ficha núm:01	Almacenamiento									
aristizabal	Distancia (m)				X					
Compuesto por: Angie	Tiempo (min-hombre)				X					
Pesillo	Costo									
Aprobado por: Jhon Rivera	- Mano de obra									
	- Material									
	Total									
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones	
Adquisición de bloque de espuma	1	2,1	8						X	Se desplaza desde la maquinaria hasta almacenamiento de bloques
Desplazamiento hasta la máquina cortadora	1	1,3	8						X	Se desplaza por la izquierda de la cortadora vertical
Posicionamiento de bloque en máquina	1	0,36	0						X	
Programar maquinaria	1	0,16	2,27						X	
Inspección de corte	25	0,08	0						X	Rodea la maquinaria
Agrupar láminas	25	0,17	2						X	
Desplazamiento de láminas a armado	1	5,48	10						X	
Total	55	4,17	30,27	3	1	0	2	1		

Formato cursograma analítico propuesto



Diagrama Num:2 Hoja Núm de		Resumen								
Objeto: Revisión de proceso		Actividad			Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Corte de bloque horizontal	Operación									
Método: Actual/Propuesto	Transporte									
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS	Espera					X				
Operario (s): Camilo	Inspección									
Ficha núm:01	Almacenamiento									
aristizabal	Distancia (m)					X				
Compuesto por: Angie	Tiempo (min-hombre)					X				
Pesillo	Costo									
Aprobado por: Jhon Rivera	- Mano de obra									
	- Material									
	Total									
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones	
Adquisición de bloque de espuma	1	1,1	0						X	El operario inicia su operación desde el almacenamiento de bloques
Desplazamiento hasta la máquina cortadora	1	1,3	6						X	Se desplaza por la derecha de la cortadora vertical
Posicionamiento de bloque en máquina	1	0,36	0						X	
Programar maquinaria	1	0,16	2,27						X	
Inspección de corte	25	0,08	0						X	Inspección en el mismo lugar
Agrupar láminas	25	0,17	1						X	
Desplazamiento de láminas a armado	1	2,92	5						X	miró
Total	55	3,17	14,27	3	1	0	2	1		

Ilustración 35 Cursograma analítico corte horizontal actual vs propuesto

En el cursograma analítico propuesto, la sumatoria de los tiempos desde la adquisición del bloque hasta la agrupación de láminas es de 3,17 minutos en donde en el método actual utilizado

tardan 4,17 minutos el cual tiene 1 minuto de diferencia, este sería el tiempo que demora el operario 1 en adquirir el bloque es espuma, posicionarlo, programar la maquinaria, cortar una lámina de espuma y apilarla a un lado. Teniendo en cuenta que se pueden obtener hasta 25 láminas de espuma por bloque y 1 una lámina de espuma cada 25 segundos por lo tanto se deduce con el método propuesto que el operario tarda 79,25 minutos en cortar un bloque de espuma, o sea 1.32 horas.

$$300 \text{ laminas diarias} \div 12 \text{ bloques diarios} = 25 \text{ laminas por bloque}$$

$$3,17 \text{ minutos por lámina} \times 25 \text{ laminas por bloque} = 79,25 \text{ minutos por bloque}$$

A estos 79,25 minutos se le suman los 2,92 minutos que tarda el operario 2 en transportar las láminas de espuma hasta el área de colchonería, su sumatoria sería igual a 82,17 minutos o sea 1,36 horas es lo que se tarda en terminar todo el proceso de corte de un solo bloque, por lo tanto, en 8 horas con este método el operario realizará 6 bloques.

Tabla 21 Regla de tres, cálculo de corte de bloques en ocho horas

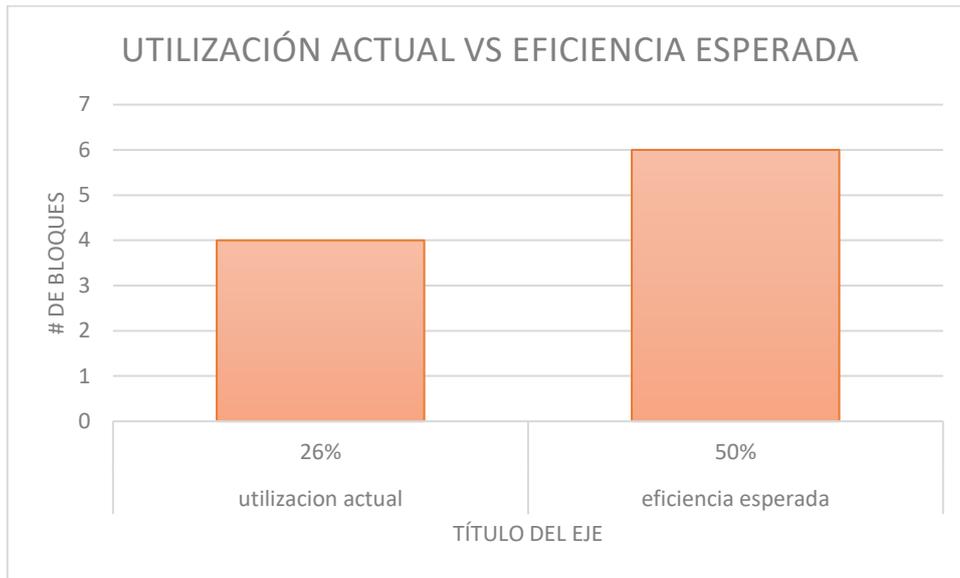
Horas	Cantidad de bloques
1,36	1
8	¿?

$$\frac{1 \times 8}{1,36} = 6 \text{ bloques}$$

Tabla 22 Utilización actual vs Eficiencia esperada de corte horizontal

Calculo utilización y eficiencia de producción de espuma		
Utilización actual	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño}}$	$\frac{4 \text{ bloques}}{15 \text{ bloques}} \times 100\% = 26\%$
Eficiencia que se podría alcanzar	$\frac{\text{Producción real propuesta}}{\text{Capacidad de efectiva}}$	$\frac{6 \text{ bloques}}{12 \text{ bloques}} \times 100\% = 50\%$

Gráfico 2 Utilización actual vs Eficiencia esperada



La utilización actual de la maquinaria es del 26% cortando únicamente 4 bloques diarios de espuma, con el método propuesto se podrán cortar 2 bloques más por lo tanto la eficiencia de producción de corte horizontal de bloques será del 50%.

Corte vertical de bloques de espuma

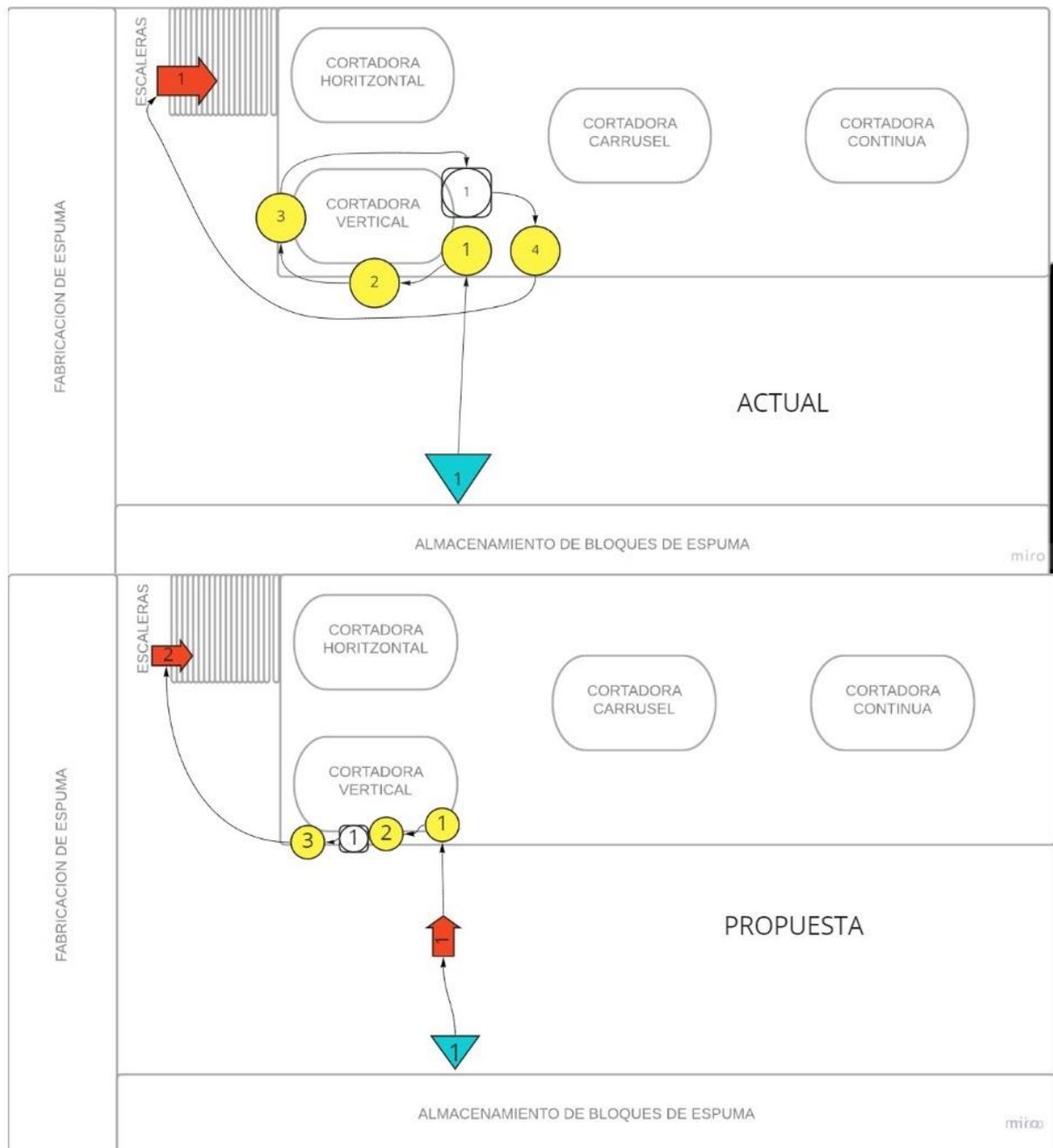


Ilustración 36 diagrama de recorrido corte vertical de espuma actual vs propuesto

Se cambio el recorrido de las actividades de posicionamiento de bloques en máquina, programar máquina y agrupar láminas de manera tal que quedaras más cerca y de esta manera el operario recorrerá menos distancia y demorará menos tiempo en realizar dicho corte.

Formato cursograma analítico actual											
Diagrama Num:3 Hoja Núm de		Resumen									
Objeto: Revisión de proceso		Actividad		Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: Corte de bloque vertical		Operación									
Método: Actual/Propuesto		Transporte		X							
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Espera									
Operario (s): Edwin Ortega Ficha núm:01		Inspección									
		Almacenamiento									
		Distancia (m)		X							
		Tiempo (min-hombre)		X							
Compuesto por: Angie Fecha:4/11/2021		Costo									
Pesillo Fecha:4/11/2021		- Mano de obra									
Aprobado por: Jhon Rivera		- Material									
		Total									
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo						Observaciones	
				○	□	D	⇨	▽			
Adquisición de bloque de espuma	1	2,06	6							X	
Desplazamiento hasta la máquina cortadora	1	1,26	6							X	
Posicionamiento de bloque en máquina	1	0,34	0	X							
Programar maquinaria	1	0,17	2,27	X							
Inspección de corte	25	0,08	0		X						Rodea la maquinaria
Agrupar láminas	25	0,17	2	X							Las agrupa detras de la máquina
Desplazamiento de láminas a armado	1	5,48	10							X	
Total	55	4,08	26,27	3	1	0	2	1			

Formato cursograma analítico propuesto											
Diagrama Num:3 Hoja Núm de		Resumen									
Objeto: Revisión de proceso		Actividad		Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: Corte de bloque vertical		Operación									
Método: Actual/Propuesto		Transporte			X						
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Espera									
Operario (s): Edwin Ortega Ficha núm:01		Inspección									
		Almacenamiento									
		Distancia (m)			X						
		Tiempo (min-hombre)			X						
Compuesto por: Angie Fecha:4/11/2021		Costo									
Pesillo Fecha:4/11/2021		- Mano de obra									
Aprobado por: Jhon Rivera		- Material									
		Total									
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo						Observaciones	
				○	□	D	⇨	▽			
Adquisición de bloque de espuma	1	1,01	0							X	El operario inicia su operación desde el almacenamiento de bloques
Desplazamiento hasta la máquina cortadora	1	1,19	6							X	
Posicionamiento de bloque en máquina	1	0,34	0	X							La caja de control se encuentra más cerca que su posición actual
Programar maquinaria	1	0,17	1	X							
Inspección de corte	25	0,08	0		X						Inspección en el mismo lugar
Agrupar láminas	25	0,05	0,5	X							Las agrupa frente a la máquina
Desplazamiento de láminas a armado	1	2,92	5							X	miro
Total	55	2,84	12,5	3	1	0	2	1			

Ilustración 37 cursograma analítico de corte vertical actual vs propuesto

En el diagrama de cursograma analítico actual, la sumatoria de los tiempos desde la adquisición del bloque hasta la agrupación de láminas es de 2,84 en donde en el método actual utilizado tardan 4,08 minutos el cual tiene 1,24 minutos de diferencia, por lo tanto, con el método propuesto, el operario tardará 71 minutos en cortar un bloque de espuma, equivalente a 1.18 horas.

$$300 \text{ laminas diarias} \div 12 \text{ bloques diarios} = 25 \text{ laminas por bloque}$$

$$2,84 \text{ minutos por lámina} \times 25 \text{ laminas por bloque} = 71 \text{ minutos por bloque}$$

A estos 71 minutos se le suman los 2,92 minutos que tarda el operario 2 en transportar las láminas de espuma hasta el área de colchonería, su sumatoria sería igual a 73,92 minutos o sea 1,23 horas es lo que se tarda en terminar todo el proceso de corte de un solo bloque, por lo tanto, en 8 horas con este método el operario realizará 6 bloques.

Tabla 23 regla de tres para cantidad de bloques cortados en ocho horas

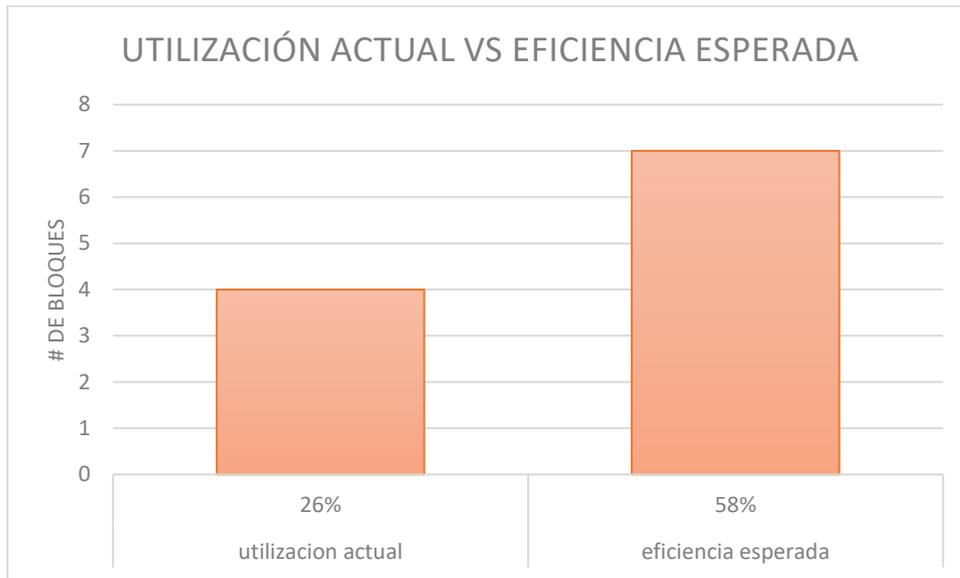
Horas	Cantidad de bloques
1,36	1
8	¿?

$$\frac{1 \times 8}{1,23} = 6,5 \approx 7 \text{ bloques}$$

Tabla 24 Utilización actual vs Eficiencia esperada de corte vertical

Calculo utilización y eficiencia de producción de espuma		
Utilización actual	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño}}$	$\frac{4 \text{ bloques}}{15 \text{ bloques}} \times 100\% = 26\%$
Eficiencia que se podría alcanzar	$\frac{\text{Producción real propuesta}}{\text{Capacidad de efectiva}}$	$\frac{7 \text{ bloques}}{12 \text{ bloques}} \times 100\% = 58\%$

Gráfico 3 Utilización actual vs eficiencia esperada



La utilización actual de la maquinaria es del 26% cortando únicamente 4 bloques diarios de espuma verticalmente, con el método propuesto se podrán cortar 3 bloques más por lo tanto la eficiencia de producción de corte horizontal de bloques será del 58%.

Corte carrusel de bloques de espuma

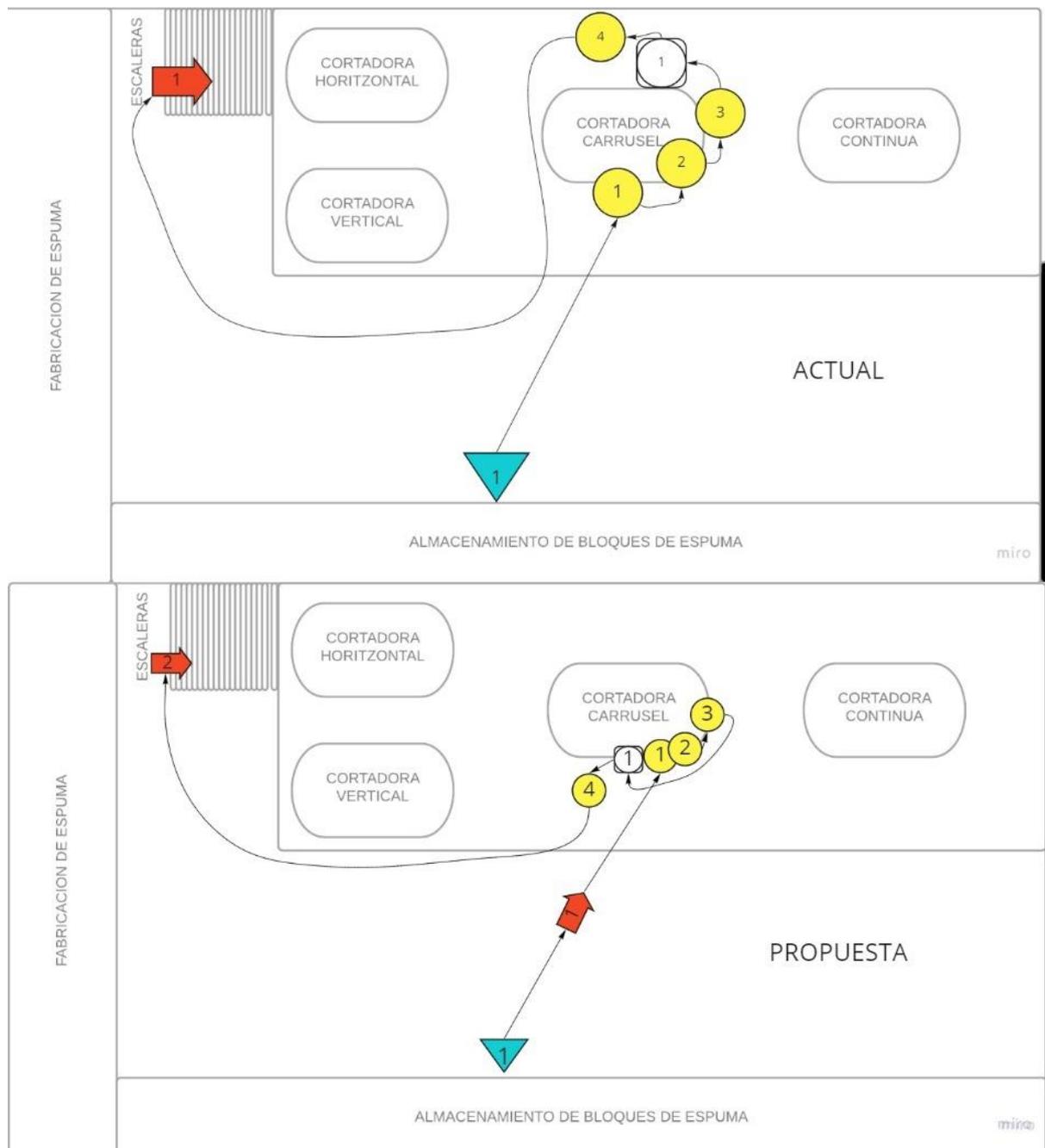


Ilustración 38 Diagrama de recorrido de corte carrusel actual vs propuesto

El diagrama de recorrido propuesto en comparación con el diagrama de recorrido actual se puede observar el cambio en el lugar de desplazamiento en las actividades de posicionamiento de bloque, inspección de corte y agrupación de láminas de manera tal que el operario no tenga necesidad de rodear el puesto de maquinaria, por el contrario, que realice sus actividades en el mismo lugar o lo más cerca posible para acortar distancias.

Formato cursograma analítico actual											
Diagrama Num:4 Hoja Núm de		Resumen									
Objeto: Revisión de proceso		Actividad			Actual	Propuesta	Economía				
Actividad: Corte de bloque carrusel		Operación			X						
Método: Actual/Propuesto		Transporte									
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Inspección									
Operario (s): Andres Ficha núm:01		Almacenamiento									
cifuentes		Distancia (m)			X						
Compuesto por: Angie Fecha:4/11/2021		Tiempo (min-hombre)			X						
Pesillo Fecha:4/11/2021		Costo									
Aprobado por: Jhon Rivera		- Mano de obra									
		- Material									
		Total									
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones		
				○	□	D	⇨	▽			
Adquisición de bloque de espuma	4	2,1	11,5						X		
Desplazamiento hasta la máquina cortadora	4	1,28	11,5						X		
Posicionamiento de bloque en máquina	4	0,66	3,15	X						Se desplaza para posicionar el bloque	
Programar maquinaria	1	0,17	0	X						Se desplaza para programar maquinaria	
Inspección de corte	100	0,08	2,76		X					Rodea la maquinaria	
Agrupar láminas	100	0,25	2	X						Las agrupa al lado contrario de la posición inicial	
Desplazamiento de láminas a armado	4	5,58	13,5						X		
Total		217	119,08	44,41	3	1	0	2	1		

Formato cursograma analítico propuesto											
Diagrama Num:4 Hoja Núm de		Resumen									
Objeto: Revisión de proceso		Actividad			Actual	Propuesta	Economía				
Actividad: Corte de bloque carrusel		Operación				X					
Método: Actual/Propuesto		Transporte									
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Inspección									
Operario (s):Andres Ficha núm:01		Almacenamiento									
Cifuentes		Distancia (m)				X					
Compuesto por: Angie Fecha:4/11/2021		Tiempo (min-hombre)				X					
Pesillo Fecha:4/11/2021		Costo									
Aprobado por: Jhon Rivera		- Mano de obra									
		- Material									
		Total									
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones		
				○	□	D	⇨	▽			
Adquisición de bloque de espuma	4	2,1	0						X	El operario inicia su operación desde el almacenamiento de bloques	
Desplazamiento hasta la máquina cortadora	4	1,28	11,5						X		
Posicionamiento de bloque en máquina	4	0,26	0	X						No se desplaza	
Programar maquinaria	1	0,17	1	X						La caja de control se encuentra en el mismo lugar	
Inspección de corte	100	0,08	3		X					Se desplaza hasta la posición inicial	
Agrupar láminas	100	0,05	0	X						Las agrupa en el mismo lado donde realiza el resto de actividades	
Desplazamiento de láminas a armado	4	3,08	10,2						X		
Total		217	101,58	25,7	3	1	0	2	1		miro

Ilustración 39 Cursograma analítico de corte carrusel actual vs propuesto

De acuerdo con el diagrama de cursograma analítico propuesto, la sumatoria de los tiempos desde la adquisición del bloque hasta la agrupación de láminas es de 3.94 en donde en el método actual utilizado tardan 4,54 minutos el cual tiene 0,6 minutos de diferencia, 3,94 minutos sería el tiempo que tarda el operario 1 en adquirir el bloque de espuma, posicionarlo, programar la maquinaria, cortar una lámina de espuma y apilarla a un lado. Se calculó que el operario tarda 98.5 minutos en cortar un bloque de espuma, o sea 1.64 horas, se debe tener en cuenta que la máquina de corte carrusel puede cortar hasta 4 bloques por lo tanto el operario puede sacar 100 láminas de espuma en un lote de corte de 4 bloques.

$$300 \text{ laminas diarias} \div 12 \text{ bloques diarios} = 25 \text{ laminas por bloque}$$

$$3,94 \text{ minutos por lámina} \times 25 \text{ laminas por bloque} = 98,5 \text{ minutos por bloque}$$

$$25 \text{ laminas por bloque} \times 4 \text{ bloques} = 100 \text{ laminas por lote de bloques}$$

A estos 98,5 minutos se suman los 3,08 minutos que tarda el operario 2 en transportar las láminas de espuma hasta el área de colchonería, su sumatoria sería igual a 101,58 minutos como se observa en el cursograma analítico propuesto (ver ilustración 39) o sea 1,69 horas es lo que tarda en terminar todo el proceso de corte de un solo bloque, por lo tanto, en 8 horas con este método el operario realizará 6 bloques.

Tabla 25 regla de tres para cantidad de bloques cortados en ocho horas

Horas	Cantidad de bloques
1,69	4
8	¿?

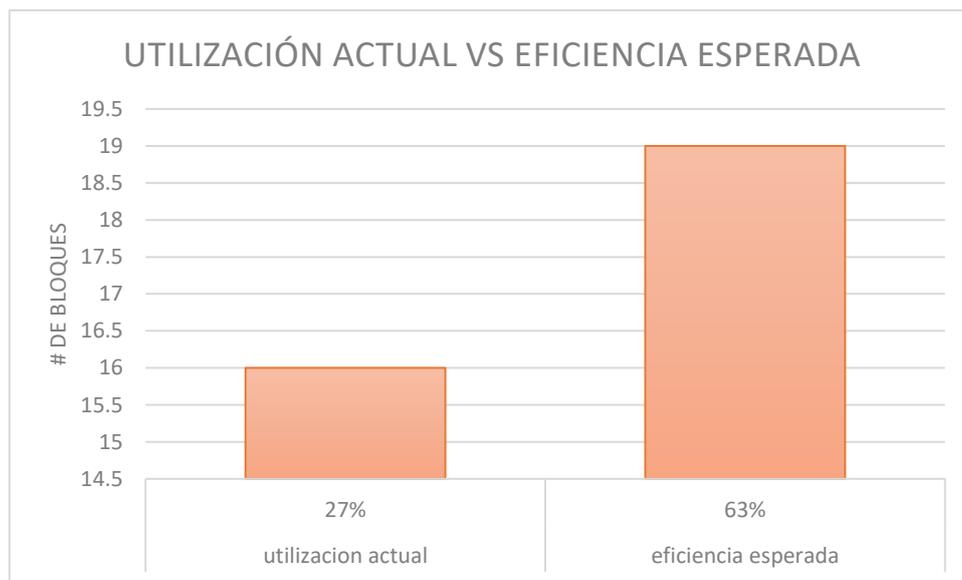
$$\frac{4 \times 8}{1,69} = 18,9 \approx 19 \text{ bloques}$$

Tabla 26 Utilización actual vs Eficiencia esperada de corte carrusel

Calculo utilización y eficiencia de producción de espuma

Utilización actual	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño}}$	$\frac{16 \text{ bloques}}{60 \text{ bloques}} \times 100\% = 26,6\%$
Eficiencia que se podría alcanzar	$\frac{\text{Producción real propuesta}}{\text{Capacidad de efectiva}}$	$\frac{19 \text{ bloques}}{30 \text{ bloques}} \times 100\% = 63\%$

Gráfico 4 Utilización actual vs Eficiencia esperada



La utilización actual de la maquinaria es del 27% cortando únicamente 16 bloques diarios de espuma en la máquina carrusel, con el método propuesto se podrán cortar 3 bloques más por lo tanto la eficiencia de producción de corte horizontal de bloques será del 63%.

Corte continuo

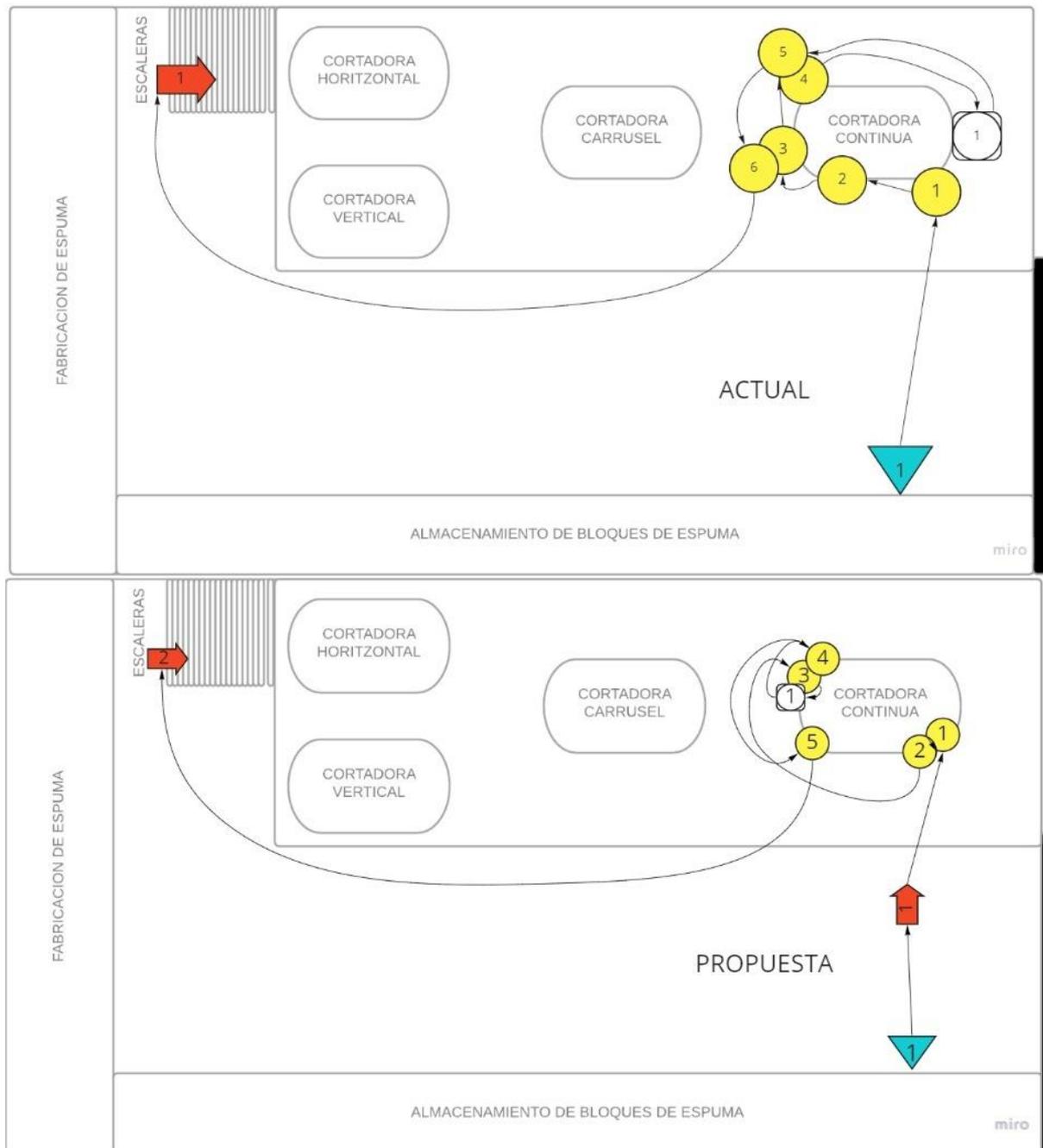


Ilustración 40 Diagrama de recorrido propuesto de corte continuo actual vs propuesto

El diagrama de recorrido propuesto en comparación con el actual se observa un cambio de desplazamiento en casi todas las actividades a excepción de la 1 el cual indica el posicionamiento del cilindro de espuma en la prensadora, el objetivo del cambio es tal que el operario recorra la menor cantidad de distancia posible para terminar sus actividades en menos tiempo por lo cual la mayoría de sus actividades se pueden realizar en el mismo puesto sin alterar el flujo de producción.

Formato cursograma analítico actual									
Diagrama Num:5	Hoja Núm de	Resumen							
Objeto: Revisión de proceso	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: Corte de bloque continuo	Operación								
Método: Actual/Propuesto	Transporte								
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS	Espera	X							
Operario (s): Alberto Parra Ficha núm:01	Inspección								
	Almacenamiento								
	Distancia (m)	X							
	Tiempo (min-hombre)	X							
Compuesto por: Angie Fecha:4/11/2021	Costo								
Pesillo Fecha:4/11/2021	- Mano de obra								
Aprobado por: Jhon Rivera	- Material								
	Total								
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
				○	□	D	⇨	▽	
Adquisición de bloque de espuma	1	0,5	11,5						X
Desplazamiento hasta la máquina cortadora	1	1,56	11,5						X
Posicionamiento de cilindro en prensadora	1	0,91	1,5	X					Se desplaza para posicionar el bloque
Ajusta prensadora	1	0,05	2,5	X					Se desplaza para ajustar
Programar maquinaria	1	1,15	2,2	X					Se desplaza para programar maquinaria
supervisa corte	1	37,45	2,5					X	Rodea la maquinaria
Apaga máquina	1	1,09	2,36	X					Se devuelve a controlador
Retira cilindro	1	0,75	1,5	X					Se devuelve a posición inicial
Desplazamiento de láminas a armado	1	6,03	15,5						X
Total	9	49,49	51,06	5	1	0	2	1	

Formato cursograma analítico propuesto									
Diagrama Num:5	Hoja Núm de	Resumen							
Objeto: Revisión de proceso	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: Corte de bloque continuo	Operación								
Método: Actual/Propuesto	Transporte								
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS	Espera		X						
Operario (s):Alberto Parra Ficha núm:01	Inspección								
	Almacenamiento								
	Distancia (m)		X						
	Tiempo (min-hombre)		X						
Compuesto por: Angie Fecha:4/11/2021	Costo								
Pesillo 1	- Mano de obra								
Aprobado por: Jhon Rivera Fecha:4/11/2021	- Material								
	Total								
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
				○	□	D	⇨	▽	
Adquisición de bloque de espuma	1	0,5	0						X
Desplazamiento hasta la máquina cortadora	1	1,56	11,5						X
Posicionamiento de cilindro en prensadora	1	0,83	0	X					No se desplaza
Ajusta prensadora	1	0,25	0	X					No se desplaza
Programar maquinaria	1	1,15	2,3	X					La caja de control se encuentra en el mismo lugar
supervisa corte	1	37,45	0					X	No se desplaza
Apaga máquina	1	0,03	0	X					No se desplaza
Retira cilindro	1	0,75	1	X					Regresa a posición inicial
Desplazamiento de láminas a armado	1	6	15,5						X
Total	9	48,52	30,3	5	1	0	2	1	

Ilustración 41 Cursograma analítico de corte continuo actual vs propuesto

De acuerdo con el diagrama de cursograma analítico propuesto, la sumatoria de los tiempos desde la adquisición del bloque hasta el retiro del cilindro es de 42,52 en donde en el método actual utilizado tardan 49,49 minutos el cual tiene 6,97 minutos de diferencia.

De igual manera a los 42,52 minutos se le suman los 6 minutos que tarda el operario 2 en transportar las láminas de espuma hasta el área de colchonería, su sumatoria sería igual a 48,52 minutos equivalente a 0,8 horas lo que tarda en terminar todo el proceso de corte de un cilindro de espuma, por lo tanto, en 8 horas con este método el operario realizará 6 bloques.

Tabla 27 regla de tres para cantidad de cilindros cortados en ocho horas

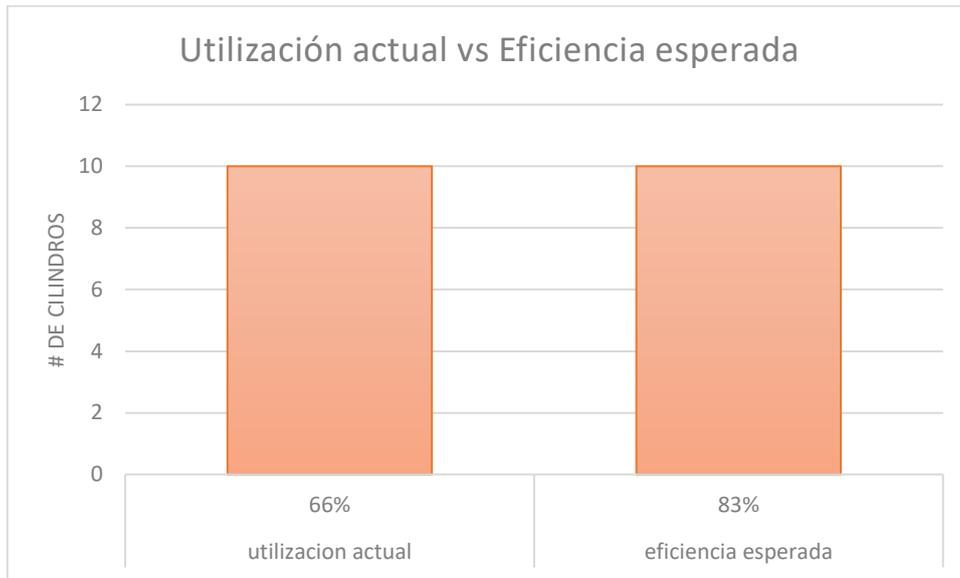
Horas	Cantidad de bloques
0,8	1
8	¿?

$$\frac{1 \times 8}{0,8} = 10 \text{ cilindros}$$

Tabla 28 Utilización actual vs Eficiencia esperada de corte continuo

Calculo utilización y eficiencia de producción de espuma		
Utilización actual	$\frac{\textit{Producción real}}{\textit{Capacidad de diseño}}$	$\frac{10 \textit{ cilindros}}{15 \textit{ cilindros}} \times 100\% = 66\%$
Eficiencia que se podría alcanzar	$\frac{\textit{Producción real propuesta}}{\textit{Capacidad de efectiva}}$	$\frac{10 \textit{ cilindros}}{12 \textit{ cilindros}} \times 100\% = 83\%$

Gráfico 5 utilización real vs eficiencia esperada



La utilización actual de la maquinaria es del 66% cortando 10 cilindros de espuma diarios, con el método propuesto no hay ninguna diferencia puesto que el operario recorre la misma distancia y en tiempo su diferencia es únicamente de segundos por lo cual la eficiencia en el flujo de producción del operario en este proceso es del 83%.

Área de colchonería

Corte

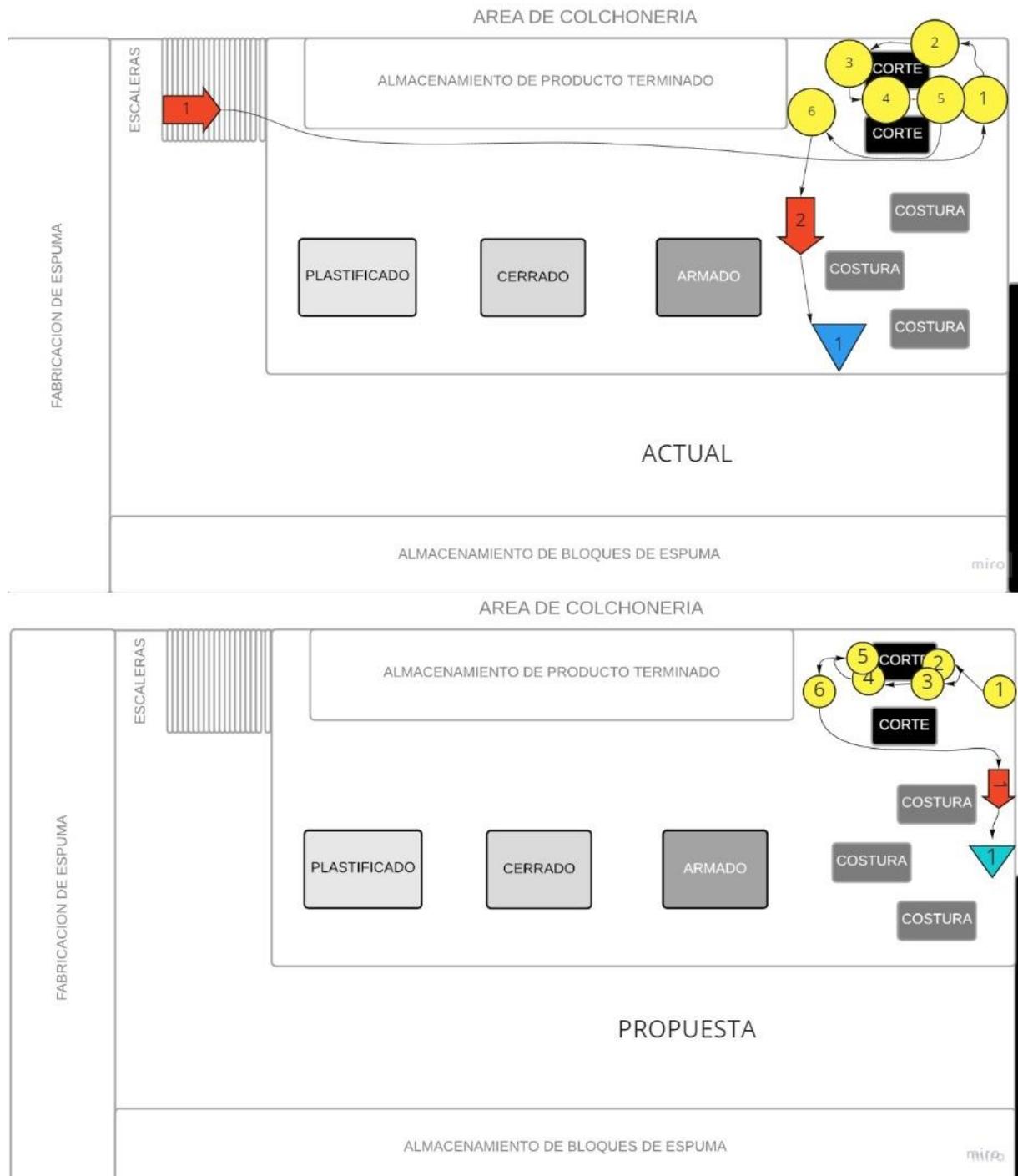


Ilustración 42 diagrama de recorrido de corte actual vs propuesto

Los cambios propuestos en esta área se evidencian en las actividades 2, 3, 4, 5 y en el desplazamiento del material al área de costura con la idea de acortar las distancias recorridas entre las actividades del corte de tela y cilindro de espuma, en comparación con el recorrido actual que realizan las operarias, se propone el desplazamiento por un solo lado de las mesas de corte en vez de rodear completamente la mesa al realizar las mismas operaciones.

Formato cursograma analítico actual				Resumen		Actual		Propuesta	Economía
Diagrama Num:6	Hoja Núm de								
Objeto: Revisión de proceso	Actividad			Actual		Propuesta		Economía	
Actividad: Corte de tela	Operación								
Método: Actual/Propuesto	Transporte								
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS	Espera			X					
Operario (s): Rosalba Duarte, Paula Camacho	Inspección								
Ficha núm:01, 02	Almacenamiento								
Compuesto por: Angie Pesillo	Distancia (m)			X					
Fecha:4/11/2021	Tiempo (min-hombre)			X					
Aprobado por: Jhon Rivera	Costo								
	- Mano de obra								
	- Material								
	Total								
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
Adquisición de cilindro de espuma	1	0,51	1,5					X	
Desplazamiento hasta mesa de corte	1	0,41	1,5				X		
Posicionamiento de cilindro sobre mesa	1	0,95	0	X					Se desplaza para posicionar el bloque
Desenrollar cilindro	1	0,33	1,8	X					Se desplaza
Toma medida y corta lámina	1	1,58	1,8	X					Se desplaza
Agrupar a un lado	124	3,02	3,5	X					Se desplaza
Desplazamiento de láminas a costura	1	0,95	5,13				X		
Total	130	13,78	15,23	4	0	0	2	1	

Formato cursograma analítico propuesto				Resumen		Actual		Propuesta	Economía
Diagrama Num:6	Hoja Núm de								
Objeto: Revisión de proceso	Actividad			Actual		Propuesta		Economía	
Actividad: Corte de tela	Operación								
Método: Actual/Propuesto	Transporte								
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS	Espera					X			
Operario (s): Rosalba Duarte, Paula Camacho	Inspección								
Ficha núm:01, 02	Almacenamiento								
Compuesto por: Angie Pesillo	Distancia (m)					X			
Fecha:4/11/2021	Tiempo (min-hombre)					X			
Aprobado por: Jhon Rivera	Costo								
	- Mano de obra								
	- Material								
	Total								
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
Adquisición de cilindro de espuma	1	0,51	1					X	
Desplazamiento hasta mesa de corte	1	0,41	1				X		
Posicionamiento de cilindro sobre mesa	1	0,33	0	X					No se desplaza
Desenrollar cilindro	1	0,33	1,7	X					
Toma medida y corta lámina	1	1,58	0	X					No se desplaza
Agrupar a un lado	124	1,16	2,5	X					
Desplazamiento de láminas a costura	1	0,66	3,5				X		miro
Total	130	4,98	9,7	4	0	0	2	1	

Ilustración 43 Cursograma analítico de corte de tela actual vs propuesto

En el diagrama de cursograma analítico propuesto, la sumatoria de los tiempos desde la adquisición del cilindro hasta la agrupación de láminas cortadas es de 4,32 minutos en donde en el método actual utilizado tardan 13,78 minutos el cual tiene 9,46 minutos de diferencia,

A estos 4,32 minutos se le suman los 0,66 minutos que tarda las operarias en transportar las láminas cortadas hasta el área de costura, su sumatoria sería igual a 4,98 minutos o sea 0,083 horas es lo que se tarda en terminar todo el proceso de corte de láminas y tela de un cilindro de espuma, por lo tanto, en 8 horas con este método las operarias realizarán 96 láminas por operaria, o sea 192 láminas totales de tela cortada para acolchado.

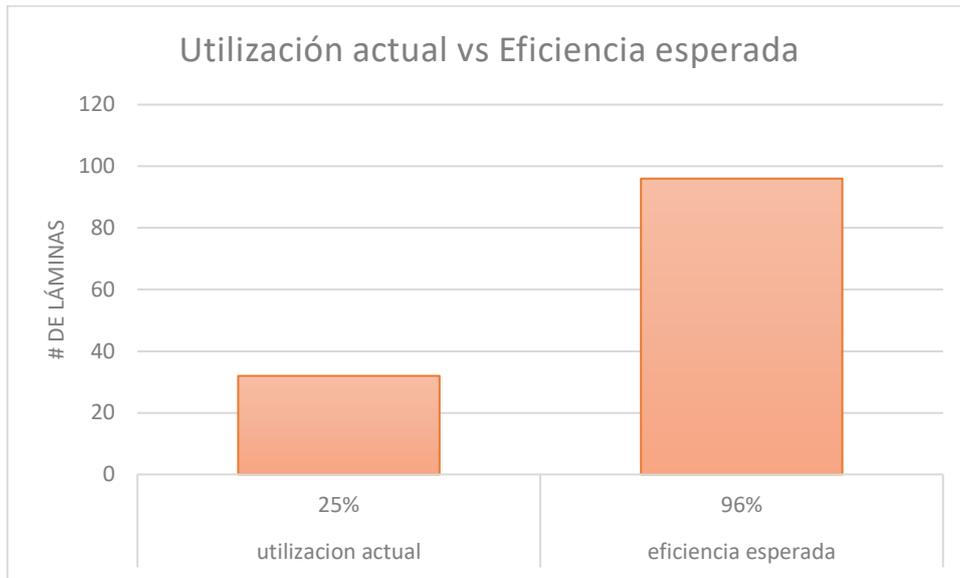
Tabla 29 regla de tres para cantidad de láminas cortadas para acolchado en ocho horas

Horas	Cantidad de láminas de espuma
0,083	1
	$\frac{1 \times 8}{0,083} = 96 \text{ láminas/operaria}$
8	¿?

Tabla 30 Utilización actual vs Eficiencia esperada de corte de tela

Calculo utilización y eficiencia de producción de espuma		
Utilización actual	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño}}$	$\frac{32 \text{ láminas}}{124 \text{ láminas}} \times 100\% = 25\%$
Eficiencia que se podría alcanzar	$\frac{\text{Producción real propuesta}}{\text{Capacidad de efectiva}}$	$\frac{96 \text{ láminas}}{100 \text{ láminas}} \times 100\% = 96\%$

Gráfico 6 Utilización real vs eficiencia esperada



La utilización actual del tiempo de las operarias al realizar todas sus actividades diarias es del 25% cortando 32 láminas de espuma diarias para acolchado, con el método propuesto la eficiencia aumentará al 96% con una tasa de producción diaria de 96 láminas de espuma diarias para acolchado.

Costura

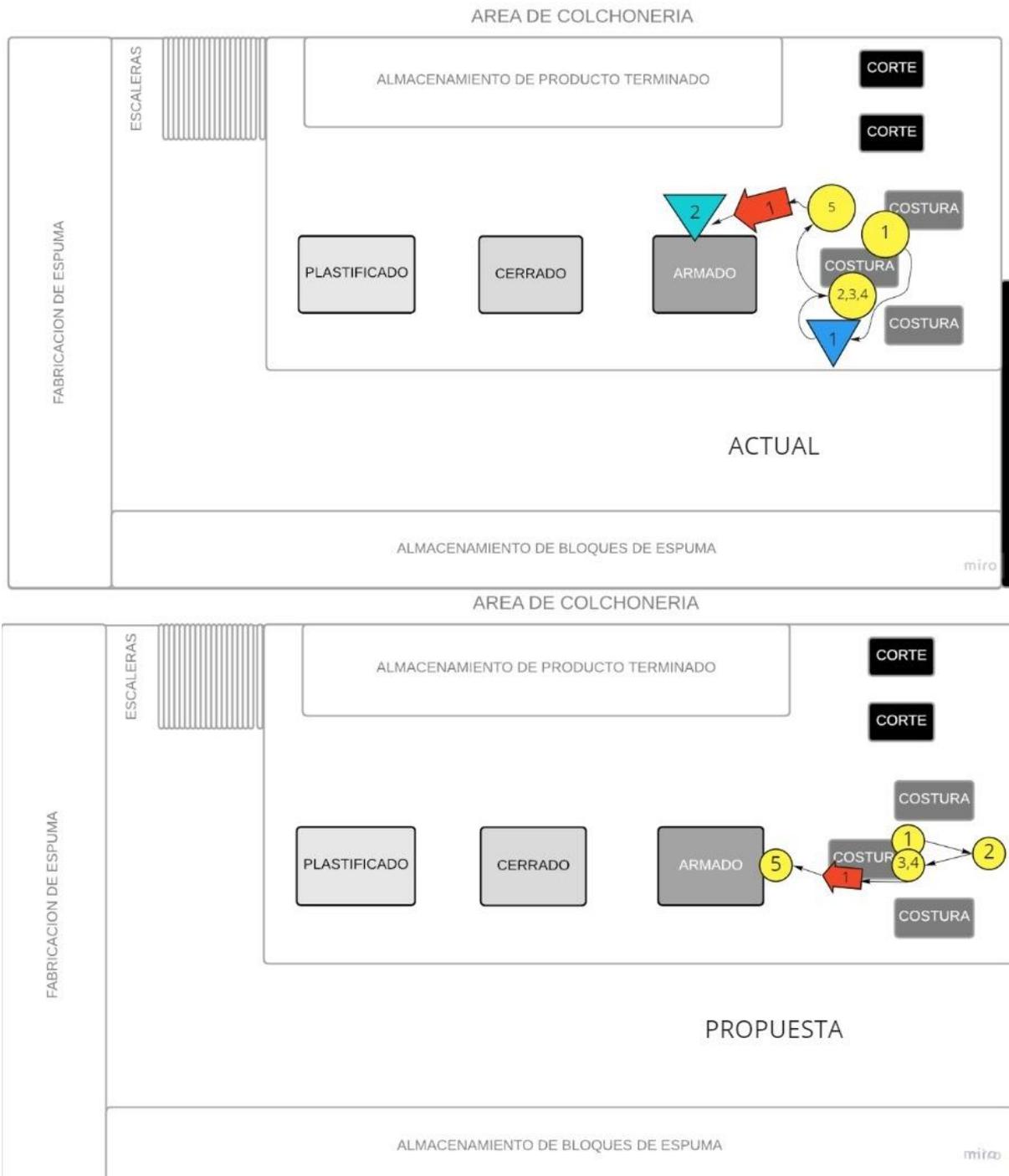


Ilustración 44 Diagrama de recorrido de área de costura actual vs propuesto

Los cambios realizados en el diagrama de recorrido propuesto se evidencian en las actividades 2, 5 y en el desplazamiento de material al área de armado con el objetivo de que cada operaria tenga la misma distancia a recorrer en adquisición de material y la entrega de su trabajo a la siguiente estación.

Formato cursograma analítico propuesto									
Diagrama Num:7	Hoja Núm de	Resumen							
Objeto: Revisión de proceso		Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Actividad: Costura		Operación							
Método: Actual/Propuesto		Transporte							
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Espera		X					
Operario (s):Angela	Ficha núm:01, 02,	Inspección							
Ramirez, Marcela Pinilla,	03	Almacenamiento							
Fanny Barona		Distancia (m)		X					
Compuesto por: Angie	Fecha:4/11/2021	Tiempo (min-hombre)		X					
Pesillo	Fecha:4/11/2021	Costo							
Aprobado por: Jhon Rivera		- Mano de obra							
		- Material							
		Total							
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
Enhebrar el hilo en la máquina	1	0,51	0	X					
Dispone de tela y láminas de acolchado	1	0,05	1	X					Se desplaza
Posición de tela sobre láminas en máquina de coser	1	0,25	0	X					No se desplaza
Realiza bordes y acabados	1	3,76	0	X					No se desplaza
corta hilo sobrante	1	0,16	0	X					No se desplaza
agrupa a un lado	124	0,06	0,5	X					Se inclina
Desplazamiento de láminas a costura	1	0,5	2	X			X		
Total	130	5,29	3,5	6	0	0	1	0	

Formato cursograma analítico actual									
Diagrama Num:7	Hoja Núm de	Resumen							
Objeto: Revisión de proceso		Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Actividad: Costura		Operación							
Método: Actual/Propuesto		Transporte							
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Espera		X					
Operario (s): Angela	Ficha núm:01, 02,	Inspección							
Ramirez, Marcela Pinilla,	03	Almacenamiento							
Fanny Barona		Distancia (m)		X					
Compuesto por: Angie	Fecha:4/11/2021	Tiempo (min-hombre)		X					
Pesillo	Fecha:4/11/2021	Costo							
Aprobado por: Jhon Rivera		- Mano de obra							
		- Material							
		Total							
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
Enhebrar el hilo en la máquina	1	0,51	0	X					
Dispone de tela y láminas de acolchado	1	0,06	2	X					Se desplaza
Posición de tela sobre láminas en máquina de coser	1	0,33	1,5	X					Se desplaza para posicionar láminas
Realiza bordes y acabados	1	3,76	0	X					
corta hilo sobrante	1	0,16	0	X					
agrupa a un lado	124	5,03	2,4	X					Se desplaza
Desplazamiento de láminas a costura	1	0,58	3,33	X			X		miro
Total	130	10,43	9,23	6	0	0	1	0	

Ilustración 45 Cursograma analítico para costura actual vs propuesto

De acuerdo con el diagrama de cursograma analítico propuesto, la sumatoria de los tiempos desde enhebrar el hilo en la máquina de coser hasta agrupar a un lado es de 4,79 minutos en donde en el método actual utilizado tardan 10,43 minutos el cual tiene 5,29 minutos de diferencia.

A los 4,79 minutos se le suman los 0,5 minutos que cada operaria tarda en transportar las láminas cortadas hasta el área de costura, su sumatoria sería igual a 5,29 minutos equivalente 0,088 horas que se tarda en terminar todo el proceso de costura de acolchado, por lo tanto, en 8 horas con este método las operarias realizarán 90 acolchados por operaria, o sea 270 acolchados.

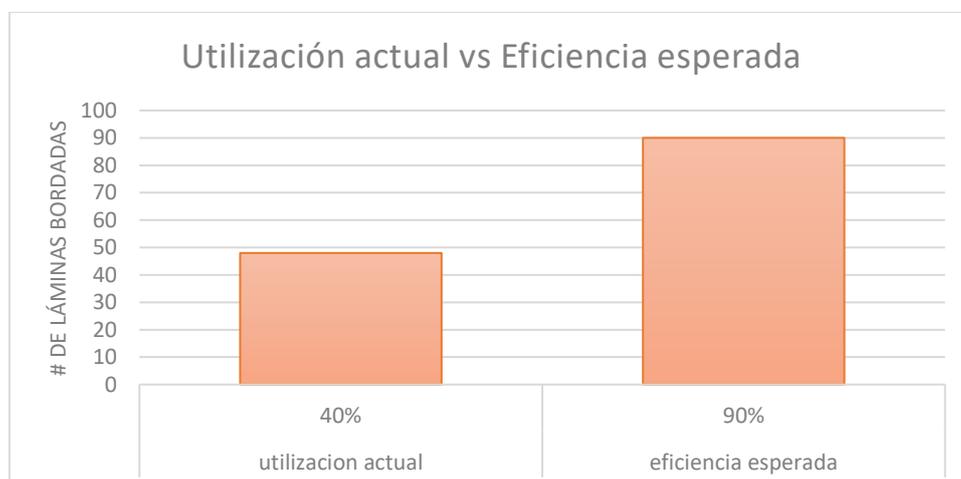
Tabla 31 regla de tres para cantidad acolchados bordados en ocho horas

Horas	Cantidad de acolchados
0,088	1
	$\frac{1 \times 8}{0,088} = 90 \text{ acolchados/operaria}$
8	¿?

Tabla 32 Utilización actual vs Eficiencia esperada de costura

Calculo utilización y eficiencia de producción de espuma		
Utilización actual	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño}}$	$\frac{48 \text{ acolchados}}{120 \text{ acolchados}} \times 100\% = 40\%$
Eficiencia que se podría alcanzar	$\frac{\text{Producción real propuesta}}{\text{Capacidad de efectiva}}$	$\frac{90 \text{ acolchados}}{100 \text{ acolchados}} \times 100\% = 90\%$

Gráfico 7 Utilización real vs Eficiencia esperada



La utilización actual del tiempo de las operarias al realizar todas sus actividades diarias es del 40% realizando 48 bordados de acolchado diarios, con el método propuesto la eficiencia aumentará al 90% con una tasa de producción diaria de 90 bordados de acolchado diarios.

Armado

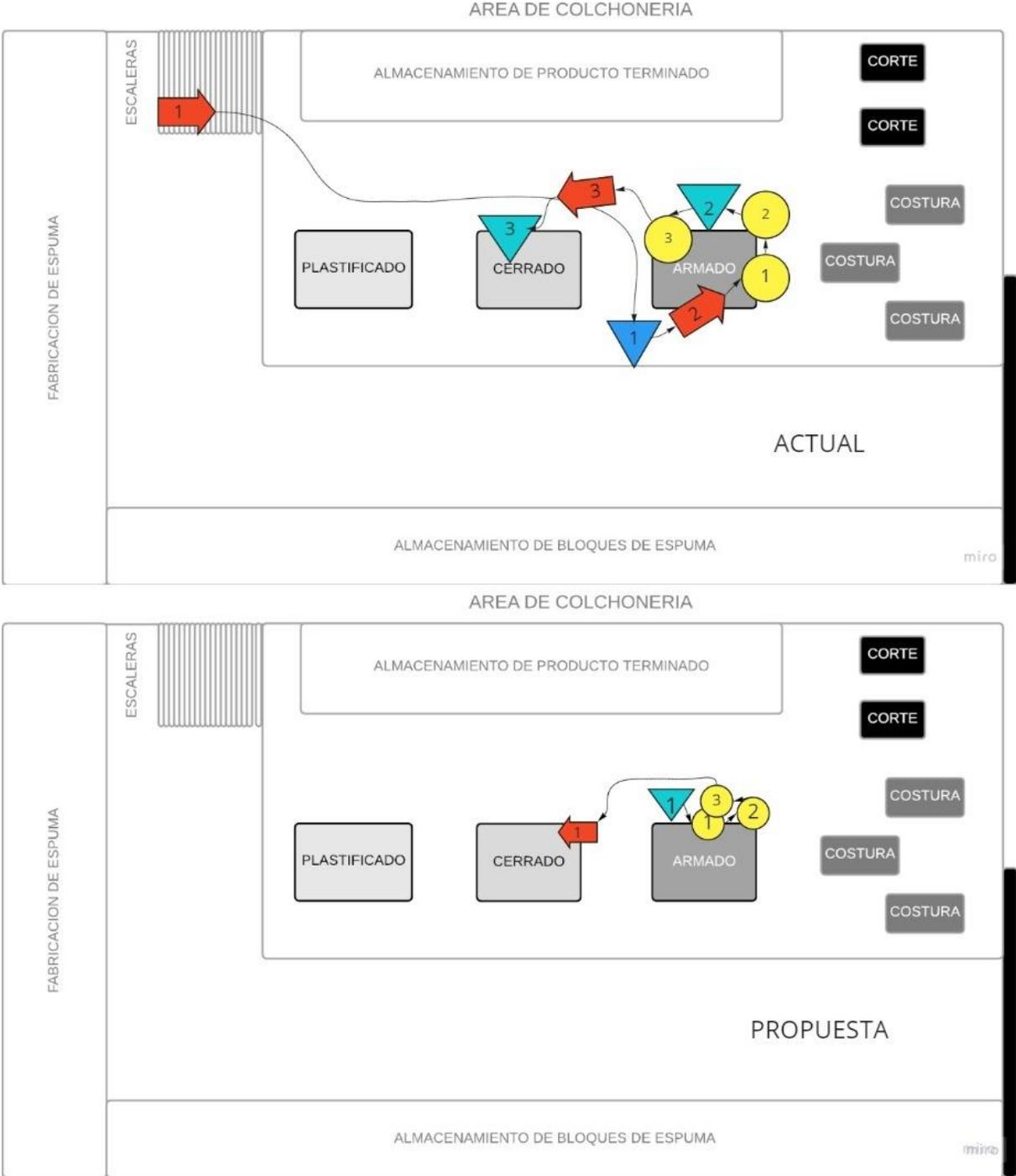


Ilustración 46 Diagrama de recorrido en área de armado actual vs propuesto

Para el diagrama de recorrido de armado propuesto se reciben las láminas de espuma y el acolchado directamente en el puesto de trabajo ya que en el método actual utilizado por la empresa, el operario recibe el material innecesariamente lejos de su puesto razón por la cual debe recorrer distancias de más.

Formato cursograma analítico actual										
Diagrama Num:8 Hoja Núm de		Resumen								
Objeto: Revisión de proceso		Actividad			Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Armado		Operación								
Método: Actual/Propuesto		Transporte								
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Espera			X					
Operario (s): Brayan Espitia		Inspección								
Ficha núm:01, 02, 03		Almacenamiento								
Compuesto por: Angie Pesillo		Distancia (m)			X					
Fecha:4/11/2021		Tiempo (min-hombre)			X					
Aprobado por: Jhon Rivera		Costo								
		- Mano de obra								
		- Material								
		Total								
Descripción		Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
Dispone de las láminas de espuma correspondiente		1	0,51	1,5	X					Se desplaza desde su puesto de trabajo
Se desplaza hasta la mesa junto con las láminas de espuma		1	0,51	1,5						
Situa las láminas en su respectivo orden		1	1,55	0	X					
Dispone del acolchado		1	1,02	1,5	X					Se desplaza
Situa el acolchado debajo y sobre las láminas		1	1,25	0	X					
Desplazamiento de láminas a armado		1	5,08	4,86				X		
Total		5	9,92	9,36	4	0	0	2	0	
Formato cursograma analítico propuesto										
Diagrama Num:8 Hoja Núm de		Resumen								
Objeto: Revisión de proceso		Actividad			Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Armado		Operación								
Método: Actual/Propuesto		Transporte								
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Espera				X				
Operario (s): Brayan Espitia		Inspección								
Ficha núm:01, 02, 03		Almacenamiento								
Compuesto por: Angie Pesillo		Distancia (m)				X				
Fecha:4/11/2021		Tiempo (min-hombre)				X				
Aprobado por: Jhon Rivera		Costo								
		- Mano de obra								
		- Material								
		Total								
Descripción		Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
Dispone de las láminas de espuma correspondiente		1	0,51	0	X					Se encuentran en su estación
Situa las láminas en su respectivo orden		1	1,55	0	X					No se desplaza
Dispone del acolchado		1	1,02	0	X					Se encuentran en su estación
Situa el acolchado debajo y sobre las láminas		1	1,25	0	X					No se desplaza
Desplazamiento de láminas a armado		1	3,08	4,86				X		
Total		5	7,41	4,86	4	0	0	1	0	

Ilustración 47 Cursograma analítico para área de armado actual vs propuesto

En el diagrama de cursograma analítico propuesto, la sumatoria de los tiempos desde disponer las láminas de espuma correspondientes hasta situar el acolchado debajo y sobre las láminas es de 4,33 minutos en donde en el método actual utilizado tardan 9,92 minutos el cual tiene 5,59 minutos de diferencia.

A estos 4,33 minutos se le suman 3,08 minutos el operario demora en transportar el armado hasta el área de cerrado, su sumatoria sería igual a 7,41 minutos o sea 0,12 horas lo que tarda en terminar todo el proceso de armado, por lo tanto, en 8 horas con este método el operario realizará 80 armados.

Tabla 33 regla de tres para cantidad armados realizados en ocho horas

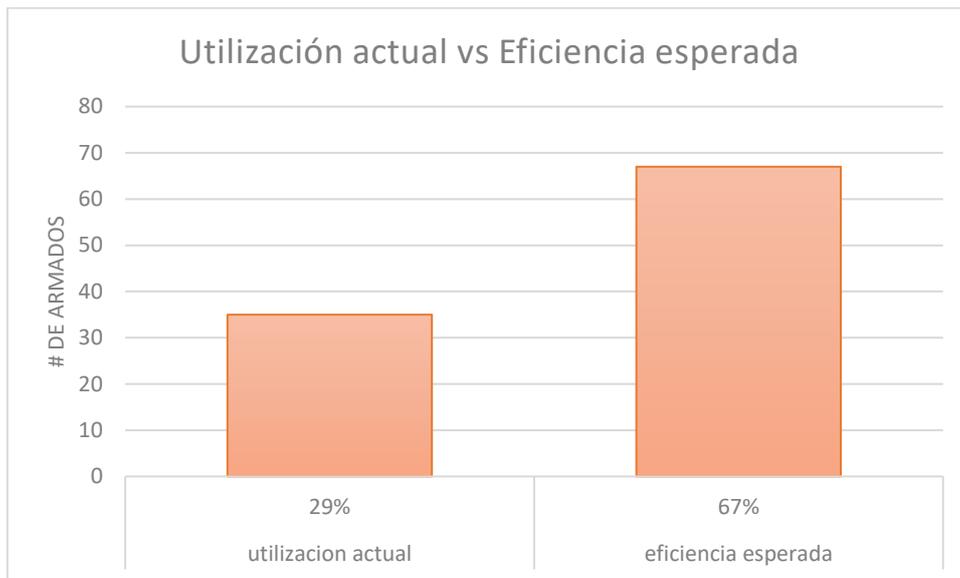
Horas	Cantidad de acolchados
0,12	1
8	¿?

$$\frac{1 \times 8}{0,12} = 67 \text{ armados}$$

Tabla 34 Utilización actual vs Eficiencia esperada de armados

Calculo utilización y eficiencia de producción de espuma		
Utilización actual	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño}}$	$\frac{35 \text{ armados}}{120 \text{ armados}} \times 100\% = 29\%$
Eficiencia que se podría alcanzar	$\frac{\text{Producción real propuesta}}{\text{Capacidad de efectiva}}$	$\frac{67 \text{ armados}}{100 \text{ armados}} \times 100\% = 67\%$

Gráfico 8 Utilización real vs Eficiencia esperada



La utilización actual del tiempo del operario al realizar todas sus actividades diarias es del 29% realizando 35 bordados armados diarios, con el método propuesto la eficiencia aumentará al 67% con una tasa de producción diaria de 67 armados de colchón.

Cerrado

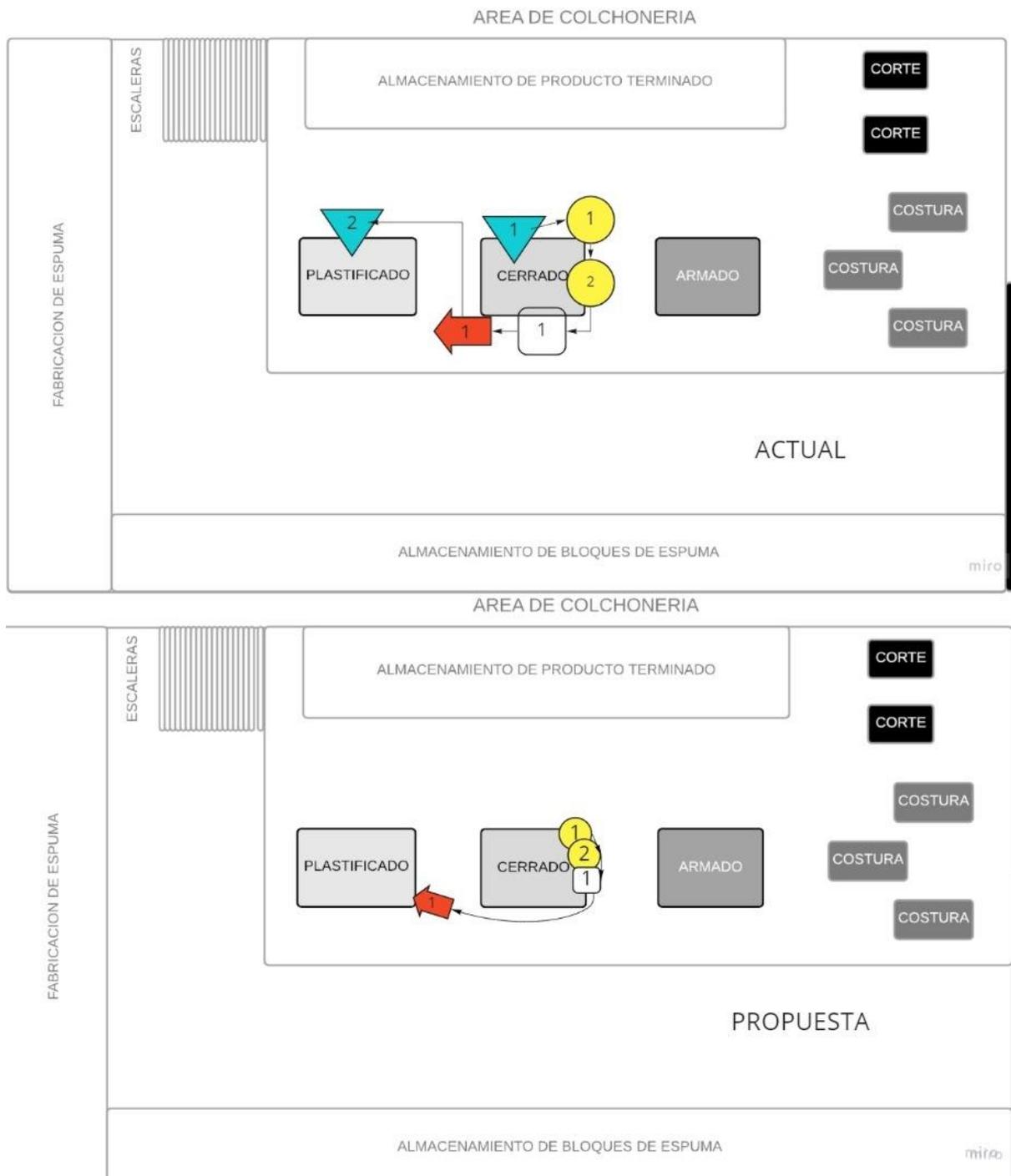


Ilustración 48 Diagrama de recorrido propuesto para área de cerrado actual vs propuesto

En el diagrama de recorrido propuesto en comparación con el actual se tiene como objetivo recibir el armado lo más cerca posible de la máquina razón por la cual el operario no deberá desplazarse para recibirlo con el fin de acortar distancias y reducir la mayor cantidad de desplazamientos posibles.

Formato cursograma analítico actual									
Diagrama Num:9 Hoja Núm de		Resumen							
Objeto: Revisión de proceso		Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Cerrado		Operación							
Método: Actual/Propuesto		Transporte							
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Espera		X					
Operario (s): Gabriel Ficha núm:01		Inspección							
Camargo		Almacenamiento							
Compuesto por: Angie Fecha:4/11/2021		Distancia (m)		X					
Pesillo Fecha:4/11/2021		Tiempo (min-hombre)		X					
Aprobado por: Jhon Rivera		Costo							
		- Mano de obra							
		- Material							
		Total							
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
Dispone del colchón y coloca sobre la mesa	1	0,5	1,5	○	□	◇	⇨	▽	Se desplaza desde su puesto de trabajo y regresa
Enciende la maquinaria	1	0,03	0	○	□	◇	⇨	▽	
Cierra en colchón	1	15,13	4,5	○	□	◇	⇨	▽	Se desplaza
Inspecciona colchón	1	1,54	1,5	○	□	◇	⇨	▽	Se desplaza
Desplazamiento de colchón a plastificado	1	0,66	4,8	○	□	◇	⇨	▽	
Total	5	22,94	12,3	3	1	0	1	0	

Formato cursograma analítico propuesto									
Diagrama Num:9 Hoja Núm de		Resumen							
Objeto: Revisión de proceso		Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Cerrado		Operación							
Método: Actual/Propuesto		Transporte							
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Espera			X				
Operario (s): Gabriel Ficha núm:01		Inspección							
Camargo		Almacenamiento							
Compuesto por: Angie Fecha:4/11/2021		Distancia (m)			X				
Pesillo Fecha:4/11/2021		Tiempo (min-hombre)			X				
Aprobado por: Jhon Rivera		Costo							
		- Mano de obra							
		- Material							
		Total							
Descripción	Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
Dispone del colchón y coloca sobre la mesa	1	0,25	0	○	□	◇	⇨	▽	Se encuentran en su estación
Enciende la maquinaria	1	0,03	0	○	□	◇	⇨	▽	No se desplaza
Cierra en colchón	1	15,13	0	○	□	◇	⇨	▽	No se desplaza
Inspecciona colchón	1	0,66	0	○	□	◇	⇨	▽	No se desplaza
Desplazamiento de colchón a plastificado	1	1	2,5	○	□	◇	⇨	▽	miro
Total	5	17,07	2,5	3	1	0	1	0	

Ilustración 49 Cursograma analítico de área de cerrado actual vs propuesto

En el diagrama de cursograma analítico propuesto, la sumatoria de los tiempos desde disponer del colchón y colocar sobre la mesa hasta inspección del colchón es de 16,07 minutos en donde en el método actual utilizado tardan 22,94 minutos el cual tiene 6,87 minutos de diferencia.

A estos 16,07 minutos se le suma 1 minuto de lo que tarda en transportar el cerrado hasta el área de plastificado, su sumatoria sería igual a 17,07 minutos equivalente a 0,28 horas, es decir, en 8 horas con este método el operario realizará 28 cerrados.

Tabla 35 regla de tres para cantidad de cerrados realizados en ocho horas

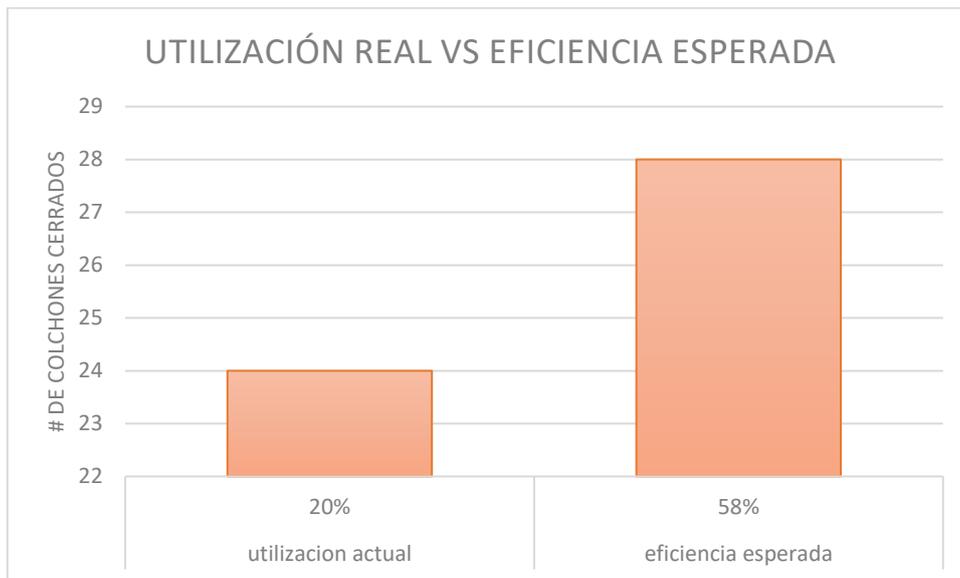
Horas	Cantidad de acolchados
0,28	1
8	¿?

$$\frac{1 \times 8}{0,28} = 28 \text{ cerrados}$$

Tabla 36 Utilización actual vs Eficiencia esperada de colchones cerrados

Calculo utilización y eficiencia de producción de espuma		
Utilización actual	$\frac{\textit{Producción real}}{\textit{Capacidad de diseño}}$	$\frac{24 \text{ cerrados}}{120 \text{ cerrados}} \times 100\% = 20\%$
Eficiencia que se podría alcanzar	$\frac{\textit{Producción real propuesta}}{\textit{Capacidad de efectiva}}$	$\frac{28 \text{ cerrados}}{48 \text{ cerrados}} \times 100\% = 58\%$

Gráfico 9 Utilización real vs Eficiencia esperada



La utilización actual del tiempo del operario al realizar todas sus actividades diarias es del 20% realizando 24 cerrados, con el método propuesto la eficiencia aumentará al 58% con una tasa de producción diaria de 28 colchones cerrados.

Plastificado

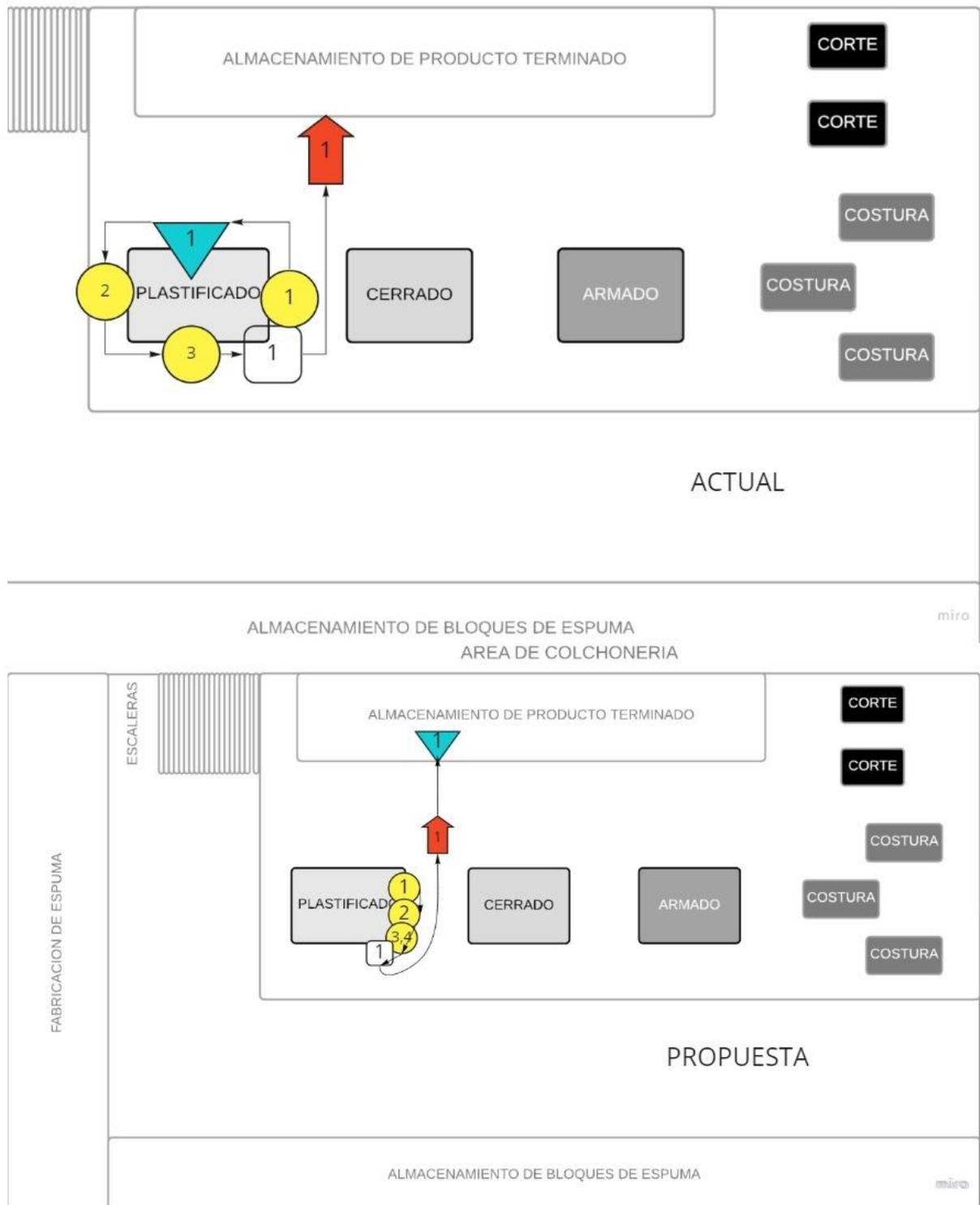


Ilustración 50 Diagrama de recorrido propuesto para área de plastificado actual vs propuesto

Para el área de plastificado se propone el diagrama de recorrido de la siguiente manera: en comparación con el diagrama de recorrido actual utilizado por la empresa en donde el operario

realiza sus actividades desplazándose alrededor de la mesa de plastificado, se propone realizar las mismas actividades en el mismo lugar, no influye en el flujo de producción puesto que es el proceso final al que está expuesto el colchón siendo el objetivo la reducción de distancias recorridas y el tiempo de cada actividad.

Formato cursograma analítico actual										
Diagrama Num:10 Hoja Núm de		Resumen								
Objeto: Revisión de proceso		Actividad			Actual	Propuesta	Economía			
		Operación								
Actividad: plastificado		Transporte								
Método: Actual/Propuesto		Espera			X					
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Inspección								
Operario (s): Julian Ficha núm:01 Quintana		Almacenamiento								
		Distancia (m)			X					
		Tiempo (min-hombre)			X					
Compuesto por: Angie Fecha:4/11/2021 Pesillo Fecha:4/11/2021		Costo								
Aprobado por: Jhon Rivera		- Mano de obra								
		- Material								
		Total								
Descripción		Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
					○	□	D	⇨	▽	
Sitúan una capa de plastico sobre la mesa		1	0,25	0,86						
Sobre la capa plástica sitúa el colchón		1	1,06	1,54						Se desplaza
Forra el colchón con el plastico		1	6,23	4,5						Se desplaza
Cierra el plástico por medio de calor		1	5,12	4,5						Se desplaza
Inspecciona el producto		1	1,01	1,5			X			Se desplaza
Desplazamiento de colchón a almacenamiento		1	1,05	6					X	
Total		6	14,72	18,9	4	1	0	0	1	

Formato cursograma analítico propuesto										
Diagrama Num:10 Hoja Núm de		Resumen								
Objeto: Revisión de proceso		Actividad			Actual	Propuesta	Economía			
		Operación								
Actividad: plastificado		Transporte								
Método: Actual/Propuesto		Espera				X				
Lugar: Casa Muebles Rivera SAS		Inspección								
Operario (s):Julian Ficha núm:01 Quintana		Almacenamiento								
		Distancia (m)				X				
		Tiempo (min-hombre)				X				
Compuesto por: Angie Fecha:4/11/2021 Pesillo Fecha:4/11/2021		Costo								
Aprobado por: Jhon Rivera		- Mano de obra								
		- Material								
		Total								
Descripción		Cantidad	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Símbolo					Observaciones
					○	□	D	⇨	▽	
Sitúan una capa de plastico sobre la mesa		1	0,5	0						
Sobre la capa plástica sitúa el colchón		1	0,16	0						Se encuentran en su estación
Forra el colchón con el plastico		1	2,49	0						No se desplaza
Cierra el plástico por medio de calor		1	3,17	0						No se desplaza
Inspecciona el producto		1	0,81	2			X			
Desplazamiento de colchón a almacenamiento		1	1,05	6					X	
Total		6	8,18	8	4	1	0	0	1	

Ilustración 51 cursograma analítico para área de plastificado actual vs propuesto

En el diagrama de cursoograma analítico propuesto, la sumatoria de los tiempos desde situar la capa plástica sobre la mesa hasta inspeccionar el producto es de 7,13 minutos en donde en el método actual utilizado tarda 14,72 minutos el cual tiene 7,59 minutos de diferencia.

A los 7,13 minutos se le suma 1,02 minutos de lo que tarda en transportar el producto terminado hasta almacenamiento, su sumatoria sería igual a 8,15 minutos o sea 0,13 horas es lo que se tarda en terminar todo el proceso de plastificado, es decir, en 8 horas con este método el operario realizará 61 plastificados.

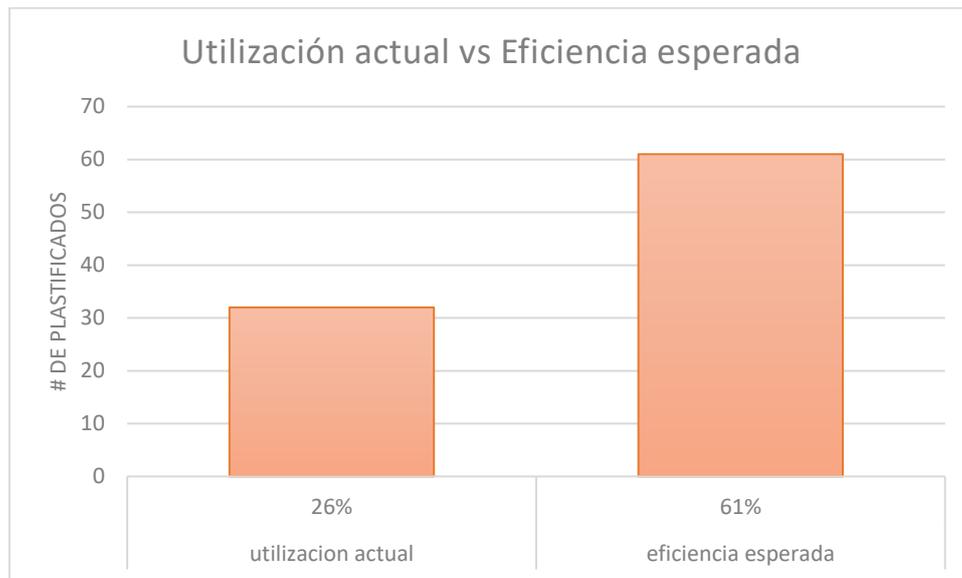
Tabla 37 regla de tres para cantidad de plastificados realizados en ocho horas

Horas	Cantidad de acolchados
0,13	1
	$\frac{1 \times 8}{0,13} = 61 \text{ plastificados}$
8	¿?

Tabla 38 Utilización actual vs Eficiencia esperada

Calculo utilización y eficiencia de producción de espuma		
Utilización actual	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño}}$	$\frac{32 \text{ plastificados}}{120 \text{ plastificados}} \times 100\% = 26\%$
Eficiencia que se podría alcanzar	$\frac{\text{Producción real propuesta}}{\text{Capacidad de efectiva}}$	$\frac{61 \text{ plastificados}}{100 \text{ plastificados}} \times 100\% = 61\%$

Gráfico 10 Utilización real vs Eficiencia esperada



La utilización actual del tiempo del operario al realizar todas sus actividades diarias es del 26% realizando 32 colchones plastificados, con el método propuesto la eficiencia aumentará al 61% con una tasa de producción diaria de 61 colchones plastificados.

7 Conclusiones

- Al realizar el recorrido dentro del área de producción de la empresa Casa Muebles Rivera SAS, se identificó que no existe una organización adecuada en el plan de inventarios y al mismo tiempo no hay organización en los desplazamientos que realizan los operarios por lo cual generan tiempos muertos y demoras que se ven reflejadas en la producción.
- Se realizó una recopilación de datos de los tiempos de producción para cada área de trabajo obteniendo la información plasmada a continuación.

Tabla 39 Producción obtenida en cada área

ÁREAS	PRODUCCIÓN	TIEMPO por unidad
Área de fabricación de espuma	7 bloques fabricados cada 8 horas	71,45 minutos por bloque
Área de corte de bloque horizontal	4 bloques cortados cada 8 horas	4,17 minutos por lámina
Área de corte de bloque vertical	4 bloques cortados cada 8 horas	4,08 minutos por lámina
Área de corte de bloque carrusel	16 bloques cortados cada 8 horas	4,54 minutos por lámina
Área de corte de bloque continuo	10 cilindros de espuma cortados cada 8 horas	43,46 minutos por cilindro
Área de corte	32 láminas de acolchado cortadas cada 8 horas/ operaria	12,83 minutos por lámina cortada
Área de costura	48 acolchados bordados cada 8 horas/operaria	10,43 minutos por acolchado bordado

Área de Armado	35 armados cada 8 horas	9,92 minutos por armado
Área de cerrado	25 cerrados cada 8 horas	22,94 minutos por cerrado
Área de plastificado	32 plastificado cada 8 horas	13,67 minutos por colchón plastificado
PRODUCCIÓN TOTAL	32 COLCHONES AL DÍA	4 colchones por hora

De acuerdo con la tabla anterior y teniendo en cuenta que el área de plastificado es el último proceso de producción, se establece que la empresa Casa Muebles Rivera SAS fabrica 4 colchones cada hora, por ende, fabrica 32 colchones por jornada laboral (8 horas).

- Se documentó cada uno de los procesos de producción mediante diagramas de recorrido y diagramas de flujo por ende se hace más pertinente conocer, analizar e identificar las falencias que tiene la empresa Casa Muebles Rivera SAS la cual genera retrasos al pasar el producto de una estación a otra, desperdicio de materiales, inadecuada manipulación de los materiales, recorrido de distancias innecesarias y uso deficiente del espacio de trabajo.
- Para elaborar una propuesta de tiempos y movimientos se calcularon el tiempo, la distancia y la eficiencia con la cual un operario realiza las actividades en cada área de producción para obtener un punto de comparación, posteriormente se identificaron las falencias dentro de cada proceso plasmados en los anteriores puntos, se procedió a disminuir o eliminar dichas falencias y se recalcularon los tiempos, las distancias y la eficiencia con el objetivo de obtener una mayor productividad, como resultado se

obtuvieron los siguientes datos que plasma la diferencia porcentual entre la producción actual y la producción que se obtendrá al implementar la propuesta.

Tabla 40 Comparación de la producción con el método actual vs con el método propuesto

ÁREAS DE PRODUCCIÓN	Producción obtenida con el método actual	Producción obtenida con el método propuesto
Área de fabricación de espuma	46,6%	66,6%
Área de corte de bloque horizontal	26%	50%
Área de corte de bloque vertical	26%	58%
Área de corte de bloque carrusel	27%	63%
Área de corte de bloque continuo	66%	83%
Área de corte de tela	25%	96%
Área de costura	40%	90%
Área de Armado	29%	67%
Área de cerrado	20%	58%
Área de plastificado	31%	61%

Ecuación 3 Productividad total actual vs productividad total propuesta

$$productividad = \frac{tiempor\ real}{tiempo\ disponible} \times \frac{Unidades\ producidas}{unidades\ planificadas}$$

$$productividad\ actual = \frac{7,2}{8\ horas} \times \frac{32}{100} = 28\%$$

$$productividad\ con\ propuesta = \frac{7,5}{8\ horas} \times \frac{61}{100} = 57\%$$

Al implementar el método propuesto, cada área en el proceso de fabricación tendrá un incremento significativo de producción y eficiencia por operario, cumpliendo así las ordenes diarias de producción obteniendo un 57% de productividad total en donde actualmente se tiene un 28% de productividad.

Se calculó de igual manera la inversión total estimada para la implementación de la propuesta obteniendo así un valor total de \$27'368.000.

Tabla 41 Inversión estimada para implementación de propuesta

	Rublo	Und	Cant	Costo unitario	Valor total
Recurso Humano	Encargado de implementación	Horas	190	\$ 32.000	\$ 6.080.000
	Estudio de tiempos y movimientos	Hora	576	\$ 32.000	\$ 18.432.000
	Capacitación	Hora	48	\$ 32.000	\$ 1.536.000
	Subtotal Recurso Humano				\$ 26.048.000
Recursos Físicos	Equipo para oficina	Mes	6	50000	\$ 300.000
	Insumos para oficina	Und	6	20000	\$ 120.000
	Viáticos	Mes	6	80000	\$ 480.000
	Recursos informáticos	Und	6	70000	\$ 420.000

Subtotal Recurso Físico	\$	1.320.000
Inversión total estimada	\$	27.368.000

El incremento de la producción de 29 unidades de colchones diarias trae consigo un ingreso de \$400.000 por cada unidad adicional, detallado a continuación.

$$\text{Costo de 1 colchón} = \$500.000$$

$$\text{Costo de producción unitario} = \$100.000$$

$$\text{Margen de Ganancia} = \$400.000$$

En un mes de producción se identificó un total de unidades adicionales producidas de 870, el cual se multiplica por el margen de ganancia equivalente a \$400.000, el ingreso mensual sería de \$348'.000.000

Tabla 42 Cálculo de B/C de la propuesta

MESES	1	2	3	4
ITEMS				
Inversión	-\$ 27.368.000	0	0	0
Ingreso	0	\$ 348.000.000	\$ 348.000.000	\$ 348.000.000
Total	-\$ 27.368.000	\$ 348.000.000	\$ 348.000.000	\$ 348.000.000
Costo de oportunidad	1,87			
TIR	42%			
PRI	1,08			

- El coeficiente de costo de oportunidad resultado de la comparación de costos y beneficios establece que, por cada unidad monetaria invertida, se obtiene un beneficio de 1,87.
- De la misma manera, la tasa interna de retorno es de 42%, indicando que la rentabilidad obtenida con respecto a la inversión inicial es diferencial.
- El periodo de recuperación de la inversión es de 1,08 años.

8 Recomendaciones

- Debido al desorden generado por el desperdicio de material en el área de colchonería, los espacios no son bien aprovechados por lo cual existe el riesgo de accidentes cuando los operarios se desplacen entre estaciones con material, se recomienda hacer uso de un espacio exclusivo para recopilar dichos desperdicios.
- Poner en práctica los conceptos de economía circular y metodología de 5'S para reutilización de los desperdicios generados y organización del puesto de trabajo con el objetivo de disminuir o eliminar la contaminación visual que pueda afectar el rendimiento de los operarios.
- En las áreas de corte de bloques de espuma, corte de tela y costura, los operarios al terminar su orden apilan el material terminado muy lejos de su puesto de trabajo, de igual manera al desplazar dicho material para entregar a la siguiente estación lo apilan a varios metros del puesto de trabajo del operario que recibe el material, razón por la cual deben recorrer distancias innecesarias al recibir el material y regresar con el hasta su puesto de trabajo generando tiempos muertos, por lo tanto, se recomienda delimitar sitios establecidos cerca del área de trabajo.
- Se recomienda dar orden a la solicitud de los clientes debido a que no se da prioridad a los pedidos por orden de llegada.

9 BIBLIOGRAFIA

Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo. cuarta edición:* (OIT).

Bejamin, N. (1996). *Estudio de tiempos y movimientos. Séptima edición:* Alfaomega.

Meyers, E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Segunda edición. México:* Personeducation.

Haynard. (1996). *Manual del Ingeniero Industrial. Cuarta edición. México:* Mcgraw-Hill.

García, R. (1998). *Estudio del trabajo. Segunda edición. México:* Mcgraw-Hill.

Chase, Aquilano, Jacobs. (2000). *Administración de la producción y de operaciones. octava edición. México:* Mcgraw-Hill.

Everett, A. (1981). *administración de la producción y operaciones:* Prentice Hall.

Washington M, Mercedes M. (2010). *Guía para el desarrollo de trabajos de graduación.*
Ecuador

Niebel, B. (2006). *Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. México:*
Alfaomega.

Jurado, Y. (2002). *Técnicas de investigación documental. México:* Thompson.

10 LINKOGRAFIA

Pacheco, E. (2007). *Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S. A.* Recuperado de: www.bdigital.unal.edu.co/872/1/1128266813_2009.pdf

Ripoll, H., Castro, M., & Berrio, J. (2015). *propuesta de mejoramiento del proceso de alistamiento de las máquinas para el cambio de referencia de productos en la máquina de empaquetamiento, de la empresa rymcomedial.* Recuperado de: academia.edu/16382661/ANTEPROYECTO_METODO_Y_TIEMPO_copia

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (s. f.). *Ingeniería industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12.^a ed.). McGraw-Hill Education. Recuperado de: <https://mail.google.com/mail/u/1/#search/niebel/FMfcgxwBVqMhjbwgHKXrbLkhDRSPGhJH?projector=1&messagePartId=0.1>

López, B. S. (2020). *Estudio de tiempos.* Ingeniería Industrial Online. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>

ARENAS ACOSTA, A. (2012). *Estandarización de tiempos de producción en la planta de tintas de Preflex S.A.* Recuperado de: <http://udistrital.edu.co:8080/documents/138588/3157413/Proyecto+Final.pdf>

The Editors of Encyclopaedia Britannica. (s. f.). *Britannica.* Recuperado el 8 de septiembre de 2020, de <https://www.britannica.com/topic/time-and-motion-study>

López, B. S. (2020, 6 julio). *Estudio de tiempos.* Ingeniería Industrial Online. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>

Bustos, F. Carlos, E. (2015). *La logística inversa como fuente de producción sostenible*. Tomado el 3 de noviembre de 2021. De <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25739666002> (pág. 9-11)

Instituto nacional sobre seguridad e higiene en el trabajo (Ed.). (2012, octubre). *Normas Técnicas Sobre Manipulación Manual de Cargas*. Ministerio de empleo y seguridad social.

<https://www.insst.es/documents/94886/518403/Normas+t%C3%A9cnicas+sobre+MMC.pdf/138f1c82-b81b-4bc5-be3e-fa777f50c40c?t=1546197125010>