

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA LÍNEA
DE MUEBLES DE MELAMINA DE LA EMPRESA
FABRICACIONES LEONCITO S.A.C. PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

MARIA FERNANDA RUIDIAS BARRANTES

Chiclayo, 20 de Mayo de 2016

**“MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA
LÍNEA DE MUEBLES DE MELAMINA DE LA EMPRESA
FABRICACIONES LEONCITO S.A.C. PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD”**

POR:

MARIA FERNANDA RUIDIAS BARRANTES

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

Mgtr. Sonia Mirtha Salazar Zegarra

PRESIDENTE

Ing. Evans Niel Llontop Salcedo

SECRETARIO

MSc. Martha Elina Tesen Arroyo

ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir, por estar a mi lado en cada paso que doy, por fortalecer siempre mi corazón e iluminar mi mente para alcanzar este peldaño más de mi vida.

A mi mamá, mi fiel compañera y maestra de la vida, por su amor incondicional, por su valentía, consejos, valores y motivación; pilares fundamentales en la culminación de mis estudios y en la formación de la persona que hoy soy.

A mis maestros, por su apoyo y dedicación, brindándome las enseñanzas necesarias para culminar mis estudios profesionales de la mejor manera.

AGRADECIMIENTO

A la empresa Fabricaciones Leoncito S.A.C. por poner a mi disposición los medios e información necesarios para desarrollar este trabajo de investigación.

A mi asesora Martha Tesen Arroyo, a quien respeto y estimo, por su apoyo siempre sincero y oportuno, por darme la oportunidad de llevar a culminación este proyecto así como por compartir su experiencia profesional conmigo, motivándome a afrontar futuros retos.

A toda mi familia, el mejor equipo que puedo desear, por darme siempre la fuerza, el ánimo y el cariño para seguir adelante, ya que sin ellos esto no hubiera sido posible.

Y a Dios, por haberme dado la fortaleza necesaria para recorrer este camino, por hacerse siempre presente en los momentos más difíciles para guiarme y motivarme a seguir adelante.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	12
II.	MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	14
2.1	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	14
2.2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	16
2.2.1	Proceso de producción	16
2.2.2	Diagrama de análisis de operaciones.....	16
2.2.3	Diagrama de actividades simultáneas.....	17
2.2.4	Diagrama de recorrido.....	18
2.2.5	Diagrama Causa-Efecto.....	18
2.2.6	Análisis de los procesos	18
2.2.7	Estudio de tiempos	22
2.2.8	Principio de la economía de los movimientos.....	24
2.2.9	Método de Guerchet	25
III.	RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA 27	
3.1	LA EMPRESA	27
3.2	DESCRIPCION DEL SISTEMA DE PRODUCCION.....	29
3.2.1	Los muebles hechos a base de melamina	29
3.2.2	Materia prima e insumos	32
3.2.3	El proceso de producción en la línea de melamina	34
3.2.4	Sistema de producción	38
3.2.5	Análisis para el proceso de producción.....	38
3.2.6	Indicadores actuales de producción y productividad.....	55
IV.	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS	64
4.1	PROBLEMA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	64
4.2	CAUSAS Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ..	65
4.2.1	Falta de normalización del método de trabajo.....	65
4.2.2	Desorden y falta de limpieza	67
4.2.3	Cruces en la línea de recorrido	69
4.2.4	Posturas corporales incorrectas	70
4.2.5	Falta de capacitación	70
V.	DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN .	73

5.1	ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	73
5.2	REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA	85
5.2	INSTRUCTIVOS DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE ENSAMBLE.....	93
5.3	PLAN DE CAPACITACIÓN	99
5.3.1	Objetivo.....	99
5.3.2	Alcance.....	99
5.3.3	Sesiones y temas del curso de capacitación	99
5.3.4	Responsable y personal al que va dirigido	100
5.3.5	Perfil del capacitador.....	100
5.3.6	Metodología	100
5.3.7	Evaluación.....	101
5.3.8	Recursos necesarios.....	101
5.3.9	Cronograma mensual de capacitación.....	102
5.4	INDICADORES PROPUESTOS DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD.....	103
5.5	COMPARACIÓN DE INDICADORES	108
VI.	ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO	112
6.1	TIEMPO DE FABRICACIÓN.....	112
6.2	PROYECCIÓN DE VENTAS	113
6.3	BENEFICIO DE LA PROPUESTA.....	114
6.4	INVERSIÓN DE LA PROPUESTA.....	115
6.5	FLUJO DE CAJA.....	116
6.6	RELACIÓN BENEFICIO-COSTO	118
6.7	TIEMPO DE RECUPERACIÓN	118
VII.	PLANES DE ACCIÓN PARA LA MEJORA	119
VIII.	CONCLUSIONES	120
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
X.	ANEXOS.....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Causas que alargan el tiempo productivo imputable a la ingeniería del producto y del proceso.....	21
Figura 02: Organigrama de la empresa.....	28
Figura 03: Vista lateral de un ropero básico de 2 puertas y 2 cajones.....	30
Figura 04: Vista lateral de un escritorio lineal con 3 cajones.....	30
Figura 05: Diagrama de operaciones de la producción de un mueble.....	37
Figura 06: Cursograma analítico del proceso de elaboración del ropero básico.....	40
Figura 07: Cursograma analítico del proceso de elaboración del escritorio lineal.....	42
Figura 08: Diagrama de recorrido del proceso productivo del ropero básico.....	53
Figura 09: Diagrama de recorrido del proceso productivo del escritorio lineal.....	54
Figura 10: Variación de la productividad.....	65
Figura 11: Diagrama bimanual del ensamble de piezas laterales de cajón por operario.....	66
Figura 12: Falta de limpieza y desorden.....	68
Figura 13: Espacios angostos.....	69
Figura 14: Posturas durante la ejecución de las actividades.....	70
Figura 15: Grado de educación de los trabajadores de producción.....	71
Figura 16: Experiencia laboral y capacitación de los trabajadores.....	71
Figura 17: Años de labor en la empresa Fabricaciones Leoncito S.A.C.	72
Figura 18: Cursograma analítico propuesto para el proceso de elaboración del ropero básico.....	77
Figura 19: Cursograma analítico propuesto para el proceso de elaboración del escritorio lineal.....	79
Figura 20: Puesto de ensamble por trabajador	88
Figura 21: Diagrama de recorrido propuesto para el ropero básico	91
Figura 22: Diagrama de recorrido propuesto para el ropero básico	92
Figura 23: Hoja de instrucción de ensamble de ropero básico	93
Figura 24: Hoja de instrucción de ensamble del escritorio lineal	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Símbolos utilizados en el diagrama de análisis de operaciones.....	17
Tabla 02: Clasificación de productos ofrecidos al Grupo Tiendas Leoncito S.R.L según línea de producción.....	27
Tabla 03: Clasificación de productos en función su contribución en la rentabilidad.....	31
Tabla 04: Accesorios del ropero básico.....	33
Tabla 05: Accesorios del escritorio lineal.....	33
Tabla 06: Número de observaciones.....	38
Tabla 07: Valores para el cálculo del porcentaje de tareas productivas e improductivas del ropero básico.....	39
Tabla 08: Valores para el cálculo del porcentaje de tareas productivas e improductivas del escritorio lineal.....	41
Tabla 09: Diagrama hombre-máquina 01: Operario - Cortadora – Ayudante.....	43
Tabla 10: Diagrama hombre-máquina 02 Operario - Cortadora – Ayudante.....	45
Tabla 11: Diagrama hombre-máquina 03 Operario-Canteadora-Ayudante.....	47
Tabla 12: Diagrama hombre-máquina 04 Operario - Canteadora – Ayudante.....	50
Tabla 13: Productividad por operario al mes del ropero básico y del escritorio lineal.....	57
Tabla 14: Características principales de la mano de obra.....	58
Tabla 15: Capacidad de producción del ropero básico y el escritorio lineal.....	59
Tabla 16: Tiempos normales de las actividades para la fabricación del ropero y el escritorio.....	61
Tabla 17: Sistema de Suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos básicos.....	62
Tabla 18: Tiempos estándares de la fabricación actual del ropero y el escritorio.....	63
Tabla 19: Productividad de operarios de corte y maestros de obra.....	74
Tabla 20: Análisis de tareas del proceso de fabricación del ropero y escritorio.....	75
Tabla 21: Valores para el cálculo del porcentaje de tareas productivas e improductivas del ropero básico.....	78
Tabla 22: Valores para el cálculo del porcentaje de tareas productivas e improductivas del ropero básico.....	80

Tabla 23: Escala británica 0-100 sobre valoración de ritmo.....	81
Tabla 24: Tiempos normales de las actividades para la fabricación del ropero y el escritorio.....	82
Tabla 25: Sistema de Suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos básicos.....	83
Tabla 26: Tiempos estándares del método propuesto para el ropero y el escritorio.....	84
Tabla 27: Datos de los elementos móviles y fijos de un puesto de ensamblaje.....	85
Tabla 28: Estatura de los maestros de obra.....	86
Tabla 29: Superficie total que requiere un puesto de ensamble.....	87
Tabla 30: Aplicación del método de Guerchet en la estación de corte y canteado.....	90
Tabla 31: Sesiones de capacitación con sus respectivos temas.....	99
Tabla 32: Miembros objetivos y responsables de cada sesión.....	100
Tabla 33: Cronograma de capacitación.....	102
Tabla 34: Cálculo de tiempos normales para las actividades de fabricación del ropero y el escritorio.....	106
Tabla 35: Tiempos estándares de la fabricación del ropero y el escritorio.....	107
Tabla 36: Comparación de indicadores del ropero básico.....	108
Tabla 37: Comparación de indicadores del escritorio lineal.....	109
Tabla 38: Demanda histórica de roperos y escritorios.....	112
Tabla 39: Proyección de las ventas de ropero básico.....	113
Tabla 40: Proyección de ventas del escritorio lineal.....	114
Tabla 41: Beneficio de la propuesta en un plazo de 6 años.....	115
Tabla 42: Inversión de la mejora.....	116
Tabla 43: Ingresos y egresos por incremento de ventas.....	116
Tabla 44: Flujo de caja económico de la propuesta.....	117
Tabla 45: Análisis beneficio-costos de la propuesta.....	118
Tabla 46: Periodo de recuperación de la inversión.....	118
Tabla 47: Plan de acción para la mejora.....	119

RESUMEN

Toda empresa subsiste en el mercado gracias a sus clientes, es por esta razón que resulta de vital importancia fidelizarlos ofreciéndoles productos de calidad y de mejor precio. Todo esto conlleva a que la empresa busque mejorar la calidad de sus operaciones, ya que con ello logra reducir los reprocesos y por tal motivo aumentar su productividad, satisfaciendo cada vez más parte del mercado.

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad mejorar el proceso de producción de la línea de muebles de melamina de la empresa Fabricaciones Leoncito S.A.C., para que esta pueda incrementar su productividad. Como producto inicial de la investigación realizada, se observó la presencia de variabilidad de tiempos resultante de la influencia de la mano de obra, la cual presenta una productividad, en promedio, de 0,078 roperos básicos y 0,0097 escritorios lineales por hora-hombre.

Frente a esta realidad se optó por realizar un estudio del trabajo para estandarizar dicho proceso, en el que los resultados evidencian un aumento de la productividad en un 23% para el caso de los roperos y un 37% para los escritorios, gracias al uso de hojas de instrucción, a la aplicación de fundamentos ergonómicos, de orden y limpieza, capacitación del personal así como redistribución de la planta. La propuesta generará un incremento de la producción de roperos en un 25% y de escritorios lineales en un 13% durante el transcurso de los 6 próximos años, dando lugar a un beneficio neto de S/.71 944,7 frente a una inversión de S/.26 671,68.

Palabras claves: productividad, muebles, melamina, estandarización

ABSTRACT

Every company subsists in the market thanks to its customers, it's for this reason that results of vital importance make them loyal by offering quality products and best price. All this leads to the company looking to improve the quality of their operations, since that would reduce the reprocessos and for this reason increase their productivity, satisfying more and more part of the market.

This research work aims to improve the production process of the line of furniture of melamine of the company manufactures Leoncito S.A. C., for increase their productivity. As initial product of the investigation, it was noted the presence of variability of times resulting from the influence of the labor force, which presents a productivity, on average, 0.078 wardrobes basic and 0.0097 desktops linear per man-hour.

Faced with this reality we chose to carry out a review of the work to standardize the process, in which the results show an increase in productivity by 23% in the case of the wardrobes and 37% for the desktops, thanks to the use of sheets of instructions, the application of fundamentals ergonomic, arrangement and shine, staff training as well as redistribution of the plant. The proposal will generate an increase in production of wardrobes by 25% and linear desks by 13% during the course of the next 6 years, giving rise to a net profit of S/.71 944,7 against an investment of S/.26 671,68.

Keywords: productivity, furniture, melamine, standardization

I. INTRODUCCIÓN

Toda empresa subsiste en el mercado gracias a sus clientes, es por ellos que cuenta con el capital necesario para lograr seguir produciendo. Por tal razón, es que le resulta de vital importancia fidelizarlos, ofreciéndoles productos de calidad y de mejor precio. Para esto, la empresa busca mejorar sus operaciones, ya que con ello logra reducir los reprocesos y por tal, aumentar las horas-hombre u horas-máquina en un producto bueno, satisfaciendo cada vez más segmentos del mercado.

A partir de esta premisa, se presenta el caso de Fabricaciones Leoncito S.A.C., empresa de prestigio dentro de la Región Lambayeque, la cual se haya en una etapa de crecimiento debido a la tendencia actual del uso de los productos que fabrica. Esto se refleja en su nivel de oferta, el cual ha llegado a representar la venta de 351 productos en un solo mes. Sin embargo, a pesar que intenta responder a la demanda, en la mayoría de los casos, los esfuerzos han sido insuficientes, presentándose pedidos no atendidos que han llegado a representar un 36% del total, debido a que tiene ciertas deficiencias en su proceso de fabricación que le impiden emplear toda su capacidad. Frente a esta situación, surge la oportunidad de evaluar la posibilidad de si ¿Mediante la mejora del proceso de producción de la línea de muebles de melamina de la empresa Fabricaciones Leoncito S.A.C., se incrementará la productividad?

Estas deficiencias surgen de la falta de organización y definición de procesos dentro de la línea de fabricación de muebles de melamina de la empresa, problema que se viene reflejando en la variabilidad de los tiempos de producción respecto a un mismo producto, siendo la productividad de la mano de obra actual de 0,078 roperos básicos y 0,0097 escritorios lineales por hora-hombre en promedio; por lo cual, suele recurrir al uso de horas extras de los operarios que no suelen bajar de un pago adicional total de 3750 nuevos soles mensuales. A esta realidad, se le suma el uso inadecuado de sus recursos, registrándose hasta el mes de agosto de 2014 un 27% de mermas; y la carencia de espacio físico adecuado para una mejor organización del trabajo de los operarios, lo cual origina muchas pérdidas tanto de

tiempo como de licitaciones, ya que no tiene lugar disponible para almacenar la gran cantidad de productos terminados que se fabrican en estos pedidos; puesto que alquilar un almacén para este tipo de volumen cuesta en promedio 500 000 nuevos soles mensuales.

Por todo lo mencionado, el presente trabajo de investigación tiene como finalidad mejorar el proceso de producción de la línea de muebles de melamina de la empresa Fabricaciones Leoncito S.A.C. para incrementar la productividad mediante la estandarización de procesos; buscando la corrección de las situaciones de riesgo que le están generando pérdidas económicas y de tiempos, así como el mejor aprovechamiento de las oportunidades. Para ello, primero se propuso diagnosticar la situación actual de la empresa, mediante el cual se pudo identificar su problema principal y las posibles causas que los generan. Luego, se planteó una propuesta de mejora para incrementar la productividad y finalmente se realizó el análisis costo beneficio de dicho planteamiento.

Con todo esto se logrará documentar el área de producción, permitiéndole a la empresa manejar mejor la información mediante indicadores, tanto de producción como de productividad, variables que, a su vez, se establecerán como los criterios a evaluar en el desempeño de los operarios. A partir de este análisis, se podrá proponer otras posibles mejoras en el futuro. Todo ello resulta importante, pues de estas evaluaciones continuas se podrá identificar los factores determinantes en la labor del trabajador para así poder alcanzar los resultados deseados de acuerdo a los objetivos de la empresa, logrando la satisfacción del cliente.

Es conveniente su aplicación puesto que con ello se obtendrán beneficios no sólo en esta empresa, también podría servir para otras instituciones que se identifiquen con estas deficiencias que de lograrse mejoras en estas, causaría un gran impacto social en nuestra comunidad y a nivel nacional.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Rosso y Mauro (2000), analizaron los **factores que afectan la productividad y la calidad en la Producción Industrial de muebles de madera en Venezuela**. Para ello identificaron los factores que comúnmente afectan de manera negativa los indicadores de productividad y calidad dentro de este sector industrial. Para conseguir dicha información se aplicaron encuestas a 30 empresas seleccionadas y luego se jerarquizó los resultados en función a su eficiencia para producir grandes series. El 54.5% de dichas empresas poseían niveles de calidad aceptables pero con una productividad relativamente baja y el 36.4% presentaban bajos ambos indicadores. Como conclusión, se asoció estas deficiencias a problemas comunes en la clasificación y tratamiento de materia prima, la generación de desperdicios, la distribución y disponibilidad del espacio, en el mantenimiento, manejo y preparación del personal, el control de calidad, diseño y promoción de productos.

Pérez y Villalobos (2010), realizaron un **Análisis Competitivo del sector madera y muebles de la ciudad de Barranquilla**, en donde caracterizaron las condiciones de productividad y competitividad del sector ya mencionado mediante un estudio descriptivo desarrollado a partir de la aplicación de modelos tales como el diamante competitivo de Michael Porter y el modelo viable. Con este proyecto se llegó a la conclusión que, a pesar de existir un gran número de empresas pequeñas con debilidades muy marcadas en materia de organización, desarrollo tecnológico y diferenciación de mercados; también está la oportunidad para que estas mejoren mediante la formación de organizaciones sectoriales llamados “clústers”, con los cuales se podría aumentar su productividad y alcanzar un mayor valor agregado a lo largo de toda la cadena, al incluir en el caso de la región colombiana a los segmentos de aserraderos, fabricantes de tableros y muebles, así como aquellos dedicados a los accesorios derivados de la madera.

Una forma de incrementar la productividad desde lo interno de la empresa lo propone Varela, et al. (2010) en su artículo nombrado **Disminución de la Variación de un Proceso de Producción de Muebles con Seis Sigma**. Con este se evidenció que es posible disminuir la variabilidad del sistema productivo de una mediana empresa mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma. El proyecto se llevó a cabo en la empresa MADECOR S.A la cual presentaba problemas en la fabricación de la separación de marcos de unión correspondientes al mueble bufete. En ella se aplicaron tres acciones: la capacitación del personal respecto al concepto del método, la aplicación del ciclo DMAIC y la definición de soluciones para su implementación, que requirió un periodo de 3 meses de seguimiento. Como resultado se eliminó totalmente el defecto y como consecuencia los reprocesos deduciéndose de ello que, con esta herramienta es posible aumentar la productividad y competitividad de la empresa sin importar su tamaño, pero siempre considerando vital la disposición de la gerencia y autores para asignar los recursos.

Maldonado y Martínez (2010), en su investigación **La maximización del capital humano en la industria del mueble de España**, analizaron los efectos que ejerce la maximización del desempeño de los operarios encargados del área de la logística en las empresas españolas de este sector. El análisis empírico se llevó a cabo para una muestra de 322 empresas productoras de muebles con veinte o más trabajadores. Los resultados obtenidos indican que tanto la experiencia como las habilidades y la formación del personal tienen un impacto positivo en el nivel de productividad de la empresa, el mismo que resulta beneficiado por la capacidad directiva de los gestores capacitados.

Medina (2010), realizó un **modelo Integral de Productividad**; para ello, organizó y configuró una serie de pasos con la finalidad de asegurar la optimización de la productividad para cualquier tipo de empresa. Para desarrollar el modelo se diseñó una metodología de investigación que combinó el método de casos de empresas, con un análisis y calificación de factores del

proceso que influyen en la productividad. Esta fue aplicada a cinco empresas de rubros diferentes, siendo una de ellas el sector del mueble, en las cuales se concluyó que los pasos esenciales a realizar para asegurar el incremento de la productividad son: conocer la estrategia empresarial, definir el nivel óptimo de operación, analizar las inversiones necesarias para los cambios, controlar los costos y diagnosticar los procesos empresariales con la mejora.

2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1 Proceso de producción

Billene (2000), define este término como un proceso de transformación al que una serie de insumos son sometidos para obtener así los productos o servicios. Todo esto es soportado por los “recursos de estructura” que brindan los elementos estables que permiten el desarrollo del proceso.







2.2.2 Diagrama de análisis de operaciones

De acuerdo a García (2005), las actividades que se presentan dentro de una industria son las siguientes:

- **Operación:** Ocurre cuando se modifican las características de un objeto, o se le agrega algo o se le prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando da o se recibe información o se planea algo.
- **Inspección:** Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cualquiera de sus características. Se produce cuando la calidad y cantidad de los artículos son comprobadas, verificadas, revisadas o examinadas, sin que sufra ningún cambio.
- **Transporte:** Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección. Cuando los materiales se almacenan cerca o a menos de un metro del banco o de la máquina donde se efectúa la operación, se considera parte de la operación.

- Demora: Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos, con lo cual se retarda el siguiente paso planeado. Se produce cuando las condiciones no permiten o no requieren una ejecución inmediata de la próxima acción planificada.
- Almacenaje: Se produce cuando algo permanece en un sitio sin ser trabajado o en proceso de elaboración, en espera de una acción en fecha posterior. El almacenamiento puede ser temporal o permanente.
- Actividad combinada: Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo. Los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.

Tabla 01: Símbolos utilizados en el diagrama de análisis de operaciones

SÍMBOLOS	
 OPERACIÓN	 TRANSPORTE
 INSPECCIÓN	 ALMACENAJE
 DEMORA	 ACTIVIDAD COMBINADA

Fuente: García (2005)

2.2.3 Diagrama de actividades simultáneas

También llamado Diagrama hombre-máquina(s). De acuerdo a Velasco (2013), en estos diagramas se registra el orden cronológico en que se producen las actividades de un operario y de la máquina que tiene a su cargo. Según la Oficina Internacional del Trabajo (2010), es el diagrama en que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operario, máquina o equipo) según una escala de tiempos común para mostrar la correlación entre ellas.

2.2.4 Diagrama de recorrido

De acuerdo a Velasco (2013), es la representación sobre un plano de la fábrica o zona de trabajo, hecho de preferencia a escala, del itinerario seguido por el objeto de estudio utilizando los símbolos para indicar las actividades que se efectúan en los diversos puntos. Se utiliza para establecer el recorrido de un solo producto o proceso.

2.2.5 Diagrama Causa-Efecto

Rey (2008) la define como una representación gráfica compuesta de líneas y símbolos que tiene por objeto representar una relación entre un efecto y sus causas, a fin de que se puedan aplicar las acciones correctivas necesarias.

Es probable que para cada efecto haya diversas categorías principales de causas. En general, estas recaen dentro de las conocidas 6M que son: mano de obra, material, métodos, máquina, medio ambiente y mantenimiento.

2.2.6 Análisis de los procesos

a. Factores que afectan a los procesos

El proceso productivo se ve afectado por diversos factores los cuales pueden ser internos o externos a este, desde políticas instituidas por las compañías hasta condiciones climáticas. Estos influyen en la calidad de materia prima y afectan la eficiencia de la producción generándose como consecuencia pérdidas tanto de dinero como de tiempo.

b. Producción

Bello (2006) define a la producción como el proceso de transformación dirigido en el cual se busca la optimización de los recursos necesarios para la obtención de productos o servicios.

$$\text{Producción} = \frac{\text{tiempo base}}{\text{Ciclo}}$$

- Tiempo base (tb): representa el tiempo laborable que puede ser una hora, una semana, un año, etc.
- Ciclo o velocidad de producción (c): representa el cuello de botella de la línea productiva y prácticamente viene a ser la estación de trabajo que más tiempo se demora. Se le llama también tiempo de ciclo. Es el tiempo que demora para la salida de un producto.

c. Eficiencia

De acuerdo a López (2012), la eficiencia se puede determinar en dos unidades de medida:

- **Eficiencia física (Ef):** Es optimizar el uso de energía en cualquier forma de creación. Es el primer eslabón de la cadena eficiente del dinero, que está íntimamente relacionado con la acción para generar recursos; es decir, es la utilización de los recursos sobre la asignación de dichos recursos y en todo proceso es menor a la unidad.

$$Ef = \frac{\text{Salida útil de materia prima}}{\text{Entrada de materia prima}}$$

- **Eficiencia económica (Ee):** Relación existente entre los ingresos totales obtenidos y los costos que se realizaron para obtener los ingresos mencionados; es decir los ingresos entre la inversión realizada.

$$Ee = \frac{\text{Ventas (Ingresos)}}{\text{Costos (Inversiones)}}$$

La eficiencia económica debe ser mayor que la unidad para que se pueda obtener beneficios ($Ee > 1$).

d. Productividad

De acuerdo a Velasco (2013) La productividad puede definirse como la relación entre lo producido y lo consumido de los recursos que se hayan empleado para obtenerla. Estos recursos pueden ser: tierra, materiales, instalaciones, máquinas, herramientas, mano de obra, etc.

- **Productividad de los materiales:** Velasco (2013) lo define como la relación entre el material utilizado y las unidades producidas con este material. Responde a la siguiente expresión:

$$\text{Productividad (material)} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Material empleado}}$$

- **Productividad de las máquinas:** De acuerdo a Caso (2006), para evaluar este indicador es necesario fijar lo que se produce por equipo.

$$\text{Productividad (maquinaria)} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Máquinas empleadas}}$$

- **Productividad de la mano de obra:** Mide la relación entre la cantidad de trabajo incorporado en el proceso productivo y la producción obtenida. De acuerdo a Velasco (2013), responde a la siguiente expresión:

$$\text{Productividad (mano de obra)} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Número de operarios}}$$

- **Causas que afectan la productividad:** Según Velasco (2013), el tiempo total consumido en la operación en las condiciones existentes es mayor que el contenido básico del trabajo por causas que o bien alargan el tiempo de ejecución (tiempo productivo) o bien originan tiempo improductivo (se consume tiempo y no se produce nada) como se muestra en la figura 01.

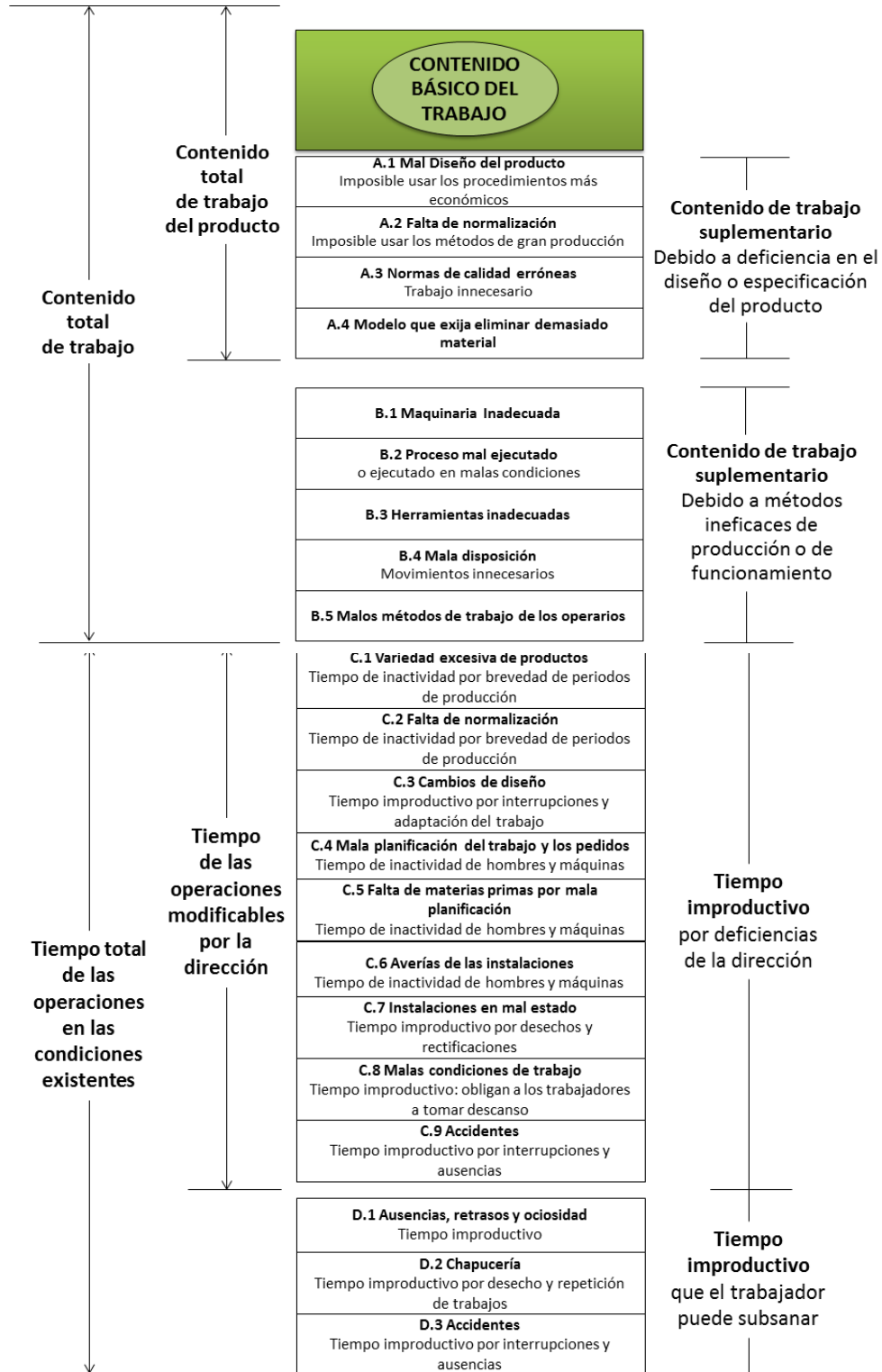


Figura 01: Causas que alargan el tiempo productivo imputable a la ingeniería del producto y del proceso

Fuente: Velasco, 2013

2.2.7 Estudio de tiempos

Caso (2006) define el estudio de tiempos como la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. La medida del trabajo sirve para investigar, reducir y eliminar el tiempo improductivo.

El procedimiento técnico empleado en calcular el tiempo de ejecución de una tarea consiste en determinar el llamado tiempo estándar, que es el tiempo que necesita un trabajador cualificado y motivado para realizar la tarea tomándose los descansos correspondientes, para recuperarse de la fatiga y para sus necesidades personales.

- Tiempo de ciclo de la operación (TR): Tiempo que invierte un operario para realizar la tarea encomendada sin tomar en cuenta los tiempos de descanso del operario.
- Factor de ritmo o actividad (FR): Se calcula al comparar el ritmo de trabajo de un operario cualquiera con el de uno capacitado, normal y conocedor de dicha tarea.
- Tiempo normal (TN): Es el tiempo que un operario capacitado, conocedor de la tarea y desarrollándola a un ritmo normal, invertiría en la realización de la tarea objeto de estudio. Su valor es:

$$TN = TR \text{ promedio} \times FR$$

- Suplementos de trabajo (K): Periodo de inactividad en el cual el operario realiza paradas en su trabajo para recuperarse de la fatiga producida al realiza la tarea y para atender sus necesidades personales. Existen valores preestablecidos para personas normales en caso de darse paradas por: necesidad fisiológica (entre 5% y 7%), fatiga debido a trabajos ligeros (entre 8% y 15%) y pesados (entre 12% y 40%); así como por motivos especiales (entre 1% y 10%).

- Tiempo estándar: Es el tiempo necesario para que un trabajador capacitado y conocedor de su tarea realice a un ritmo normal, añadiendo los suplementos correspondientes por fatiga y por atenciones personales.

$$\text{Tiempo estándar} = TN(1 + K)$$

Método de estudio de tiempos en maquinaria: Caso (2006) sostiene que es preciso adaptar los métodos de estudios de tiempos al trabajo con máquinas y tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Tiempo de utilización: es el tiempo en que la máquina está atendida por alguien.
- Tiempo muerto: es el tiempo en que la máquina no produce por avería o por mantenimiento, parada por falta de trabajo, de operado, de materiales y por organización deficiente del trabajo.
- Tiempo de marcha: es el tiempo en el que la máquina funciona efectivamente.
- Tiempo de marcha normalizado: es el que debería tardar la máquina en producir una determinada cantidad funcionando en condiciones óptimas

En base a ellos, define los siguientes ratios que nos dan los resultados:

$$\text{Utilización de la máquina} = \frac{\textit{Tiempo de marcha}}{\textit{Tiempo utilizable}}$$

$$\text{Eficiencia de la máquina} = \frac{\textit{Tiempo de marcha normalizado}}{\textit{Tiempo de marcha}}$$

$$\text{Utilización efectiva} = \frac{\textit{Tiempo de marcha normalizado}}{\textit{Tiempo utilizable}}$$

Método de estudio de tiempos con instrumentos: mediante el uso del cronómetro se puede realizar el registro de tiempos. Caso (2006) establece los siguientes pasos o etapas necesarias en la realización de un estudio de tiempos:

- Estudio del puesto de trabajo: consiste en identificar el problema que da lugar al estudio.
- La división de la operación en sus elementos: Elemento u operación elemental es la parte definitiva y esencial de la tarea que puede estar compuesta por uno o varios movimientos fundamentales realizados, por el operario o la máquina, y que forman parte de la tarea a cronometrar. Dichas operaciones se deben dividir en acciones que son fáciles de percibir, registrar, y reconocer.
- Toma y registro de mediciones de tiempo: con el cronómetro.

Para determinar el número de observaciones a realizar resulta conveniente realizar un muestreo del trabajo, método en el cual se aplica el muestreo estadístico.

2.2.8 Principio de la economía de los movimientos

Velasco (2013) en su libro expone que existen varios principios de economía de movimientos; estos son el resultado de la experiencia y constituyen una base excelente para idear métodos mejores en el lugar de trabajo. Se pueden clasificar en tres grupos:

a. Utilización del cuerpo humano

- Siempre que sea posible, las dos manos deben comenzar y completar sus movimientos a la vez.
- Son preferibles los movimientos continuos y curvos a los movimientos rectos en los que hay cambios de dirección repentinos y bruscos.

- El trabajo debe disponerse de modo que el ritmo de ejecución sea suave y automático a lo largo de las operaciones repetitivas.
- El trabajo se debe disponer de modo que reciba luz natural.

b. Distribución del lugar del trabajo

- Las herramientas y materiales deben colocarse de antemano donde se necesitarán para no tener que buscarlos.
- Deben emplearse medios de “abastecimiento por gravedad” que dejen el material tan cerca como sea posible.
- Deben utilizarse, siempre que sea posible, eyectores y dispositivos que permitan al operario “dejar caer” el trabajo terminado.
- Facilitarle al obrero una silla del tipo y altura adecuados para que se siente en buena postura. La altura de ambos elementos deberán combinarse para que el operario pueda trabajar sentado o de pie.

c. Modelo de las máquinas y herramientas

- Debe evitarse que las manos estén ocupadas sosteniendo la pieza cuando ésta puede sujetarse con una plantilla o accionarse con el pie.
- Siempre que sea posible, deben combinarse dos o más herramientas.
- Las palancas, barras cruzadas y volantes de mano deben situarse donde el operario pueda manipularlos con un mínimo de cambios de posición del cuerpo.

2.2.9 Método de Guerchet

Utilizado para la determinación de las áreas de una distribución de planta de manera general; para lo cual se debe tener en cuenta una serie de factores a fin de obtener una estimación del área requerida por sección.

De acuerdo a Velasco (2003), el método considera la suma de tres áreas para la determinación del área total:

- a. **Superficie estática (Ss):** Es el área neta correspondiente a cada elemento que se va a distribuir (máquinas, muebles, instalaciones, etc.). El cálculo del área depende de la forma de la máquina pero básicamente se calcula a partir de la multiplicación de lado por ancho:

$$Ss = L * A$$

- b. **Superficie de Gravitación (Sg):** Es el área reservada para el manejo de la máquina y para los materiales que se están procesando. Se obtiene multiplicando la superficie estática (Ss) por el número de lados (N) que se utiliza de la máquina, mueble o equipo.

$$Sg = Ss * N$$

Para la determinación de las superficies de almacenamiento o stock no se deben considerar la superficie de gravitación (Sg=0). Cuando la máquina o mueble es circular, el número de lados a considerar es 2.

- c. **Superficie de evolución (Se):** Es el área reservada para el desplazamiento de los materiales y el personal entre las estaciones de trabajo. Se obtiene multiplicando la suma de las superficies estáticas y de gravitación por un coeficiente K que depende del tipo de industria (K varía de 0.7 a 2.5).

$$Se = (Ss + Sg) * k$$

$$k = \frac{h}{2h} = \frac{\text{elementos que se desplazan}}{\text{elementos que no se desplazan}}$$

donde “h” es la altura promedio

Por tanto, el área total para cada sección es:

$$A_t = (Ss + Sg + Se) * m$$

Siendo m el número de unidades de cada centro de trabajo (máquinas, mesas de ensamble, etc.) obtenidos en el balance de líneas.

III. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1 LA EMPRESA

Fabricaciones Leoncito S.A.C., con RUC 20480089503, es una PYME dedicada a la elaboración de enseres domésticos y de oficina hechos a base de planchas de melamina, madera o tubos de metal; los cuales son ofertados como mobiliario para el hogar, las instituciones públicas y privadas. Estos segmentos de mercado demandan una gran variedad de productos, que van desde lo más básico hasta lo personalizado, cualidad que busca usualmente el consumidor actual. La múltiple gama de productos en las tres líneas de producción se detallan en la tabla 02.

Tabla 02: Clasificación de productos ofrecidos al Grupo Tiendas Leoncito S.R.L según línea de producción

LÍNEA	ITEM	TIPO DE PRODUCTO	LÍNEA	ITEM	TIPO DE PRODUCTO
MELAMINA	1	ROPERO	MELAMINA	15	MÓDULO MICROONDAS
	2	AUXILIAR		16	MESA DE CENTRO
	3	SEPARADOR		17	MESA TV 42" MADERADO
	4	MÓDULO PLANCHADOR		18	RELOJ DE PARED
	5	MÓDULO DE CÓMPUTO		19	VELADOR
	6	CÓMODA		20	VITRINA
	7	ESCRITORIO		21	CAMA
	8	MINI CENTRO DE ENTRETENIMIENTO	METAL	22	JUEGO COMEDOR
	9	CAMAS		23	CAMAROTE
	10	MNI BIBLIOTECA		24	RACK 40/60" PARA TV
	11	ESTANTE MINI BIBLIOTECA		MADERA	25
	12	MÓDULO PARA LAPTOP	26		COMEDOR
	13	REPOSTERO	27		CAMAS
	14	ARMARIO ESTÁNDAR			

Fuente: Fabricaciones Leoncito S.A.C.

Sólo con observar de forma general la tabla 02, podemos afirmar de inmediato que es la línea de melamina la que presenta mayor diversidad de productos. Se sabe que estos representan el 65% del total de productos demandados a la empresa, los cuales se suelen clasificar en tres tipos de pedidos: el producto estándar (dirigido a pequeñas tiendas comerciantes de la región Nor Oriente), el producto institucional (ya sea para organizaciones públicas o privadas) y el producto a diseño (dirigido a público en general que requieren pedidos especiales).

Cada uno de estos tres tipos de requerimientos presenta un volumen de pedido cada vez mayor, lo cual ha repercutido de forma positiva tanto en el nivel de ventas como en los ingresos para la empresa. Esta se encuentra en una etapa de crecimiento, siendo catalogada por la SUNAT como principal contribuyente (PRICO) por su alto nivel de participación en el mercado, contando con clientes recurrentes que ya han sido fidelizados gracias a sus productos diferenciados y al servicio brindado.

La empresa cuenta con la siguiente estructura organizacional que se muestra en la figura 02:

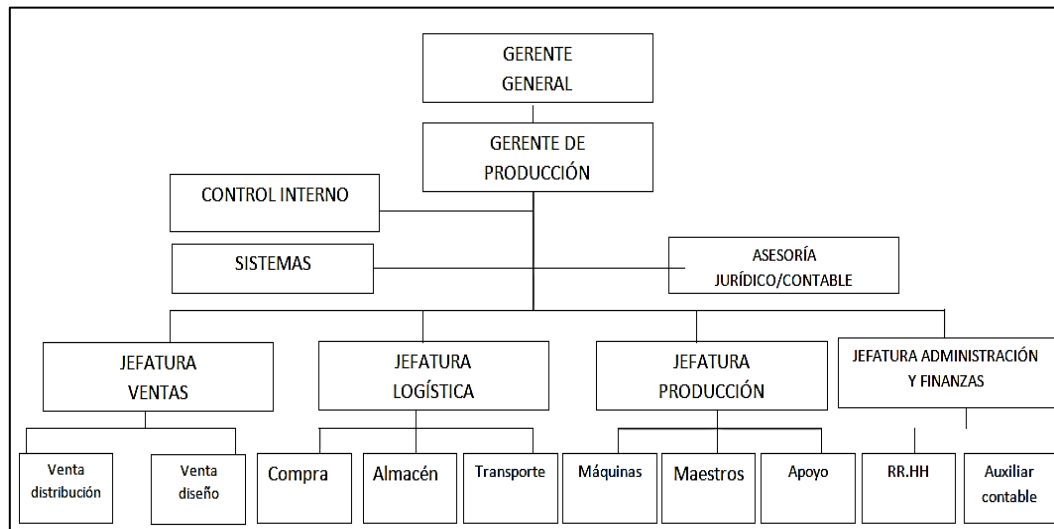


Figura 02: Organigrama de la empresa

Fuente: Fabricaciones Leoncito S.A.C.

3.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE PRODUCCION

3.2.1 Los muebles hechos a base de melamina

a. Características del producto

La línea de melamina cuenta con una variedad de 20 productos hechos a base de tableros crudos de 15mm a 18 mm de espesor, cubiertos por una fina lámina de melamina que pueden ser de variados colores, siendo los más solicitados caramelo, madera claro y madera oscuro. Para cubrir los bordes expuestos, se hace uso de una cinta llamada tapacantos, cuya función es proteger a los tableros de los impactos biológicos y de la humedad.

Buscando determinar la importancia de cada producto en función a la contribución que tiene cada uno en la rentabilidad de la empresa, es que se calculó en la tabla 03 el margen de ganancia generado a partir de la venta unitaria de cada artículo por la cantidad de unidades totales vendidas. De la suma de todos estos resultados se determinó que los productos que contribuyen en un mayor porcentaje son los roperos básicos con un 8.8% y los escritorios lineales con un 8.2%.

Ambos constituyen el 17% de la utilidad total de la línea de melamina. Por lo tanto, esta investigación se basará en los siguientes productos:

- El ropero básico es de 2 cuerpos; tiene una puerta para cada lado. En su interior, cuenta con un maletero en la parte superior izquierda; debajo de este cuenta con un espacio destinado para colgar ropa de forma vertical. Al costado se puede colocar ropa acomodada en las tres divisiones simples; y debajo de todo presenta 2 cajones como se muestra en la figura 03.



Figura 03: Vista lateral de un ropero básico de 2 puertas y 2 cajones

Fuente: Elaboración propia

- El escritorio lineal tiene 120 cm de ancho, 80 cm de alto y 60 cm de fondo. Es un modelo simple que cuenta con tres cajones, uno principal y dos laterales en el extremo derecho, de los cuales los dos superiores tienen chapa con llave para su uso privado tal como se aprecia en la figura 04 mostrada.



Figura 04: Vista lateral de un escritorio lineal con 3 cajones

Fuente: Elaboración propia

Tabla 03: Clasificación de productos en función su contribución en la rentabilidad

Producto	Ventas 2014 (unidades)	Margen unitario (%)	Margen total (S/.)	Porcentaje de participación (%)
Ropero básico	172	30%	30954,84	8,8%
Escritorio Lineal	185	32%	29002,08	8,2%
Estante estándar	130	36%	23081,76	6,6%
Auxiliar Atenas	98	31%	22153,09	6,3%
Módulo Microondas	120	38%	16379,52	4,7%
Ropero de 2 puertas	53	35%	16309,16	4,6%
Ropero de 3 puertas	50	25%	16240,00	4,6%
Separador Persa	60	28%	15106,56	4,3%
Módulo de cómputo	80	35%	15097,60	4,3%
Ropero Cómoda Clásico	58	30%	14950,08	4,2%
Ropero de 3 puertas básico	39	40%	14651,52	4,2%
Vitrina de cocina	48	40%	13808,64	3,9%
Auxiliar de cocina básico	60	33%	12656,16	3,6%
Armario estándar	50	40%	9584,00	2,7%
Cómoda tocador	30	35%	8601,60	2,4%
Rack copero	41	26%	8519,47	2,4%
Cama Italia 2 plazas - 3 mm	38	26%	8093,69	2,3%
Cómoda lineal	40	26%	7729,28	2,2%
Estante mini biblioteca	43	30%	6955,68	2,0%
Separador copero	27	20%	6691,68	1,9%
Auxiliar de Cocina Hindú	27	35%	6229,44	1,8%
Ropero Cómoda Básico	22	35%	6161,54	1,8%
Ropero Cómoda Eliana	25	26%	5584,80	1,6%
Módulo de cómputo juvenil	43	35%	5405,96	1,5%
Módulo con estante	24	28%	5101,82	1,4%
Módulo para laptop	54	35%	4898,88	1,4%
Módulo planchador	50	32%	4531,20	1,3%
Ropero estante	28	26%	4427,69	1,3%
Cómoda Junior	22	28%	3937,47	1,1%
Cama Italia 1 plaza - 3 mm	29	16%	2965,88	0,8%
Mini centro	9	36%	2135,80	0,6%
Velador oscuro	29	25%	1444,20	0,4%
Ropero Infantil	11	18%	1344,81	0,4%
Mesa para Tv de 42 pulg.	15	16%	718,08	0,2%
Mesa de centro	15	16%	530,88	0,2%

Fuente: Fabricaciones Leoncito S.A.C.

b. Desechos y Desperdicios

Los desechos de la elaboración de estos productos son restos de melamina de gran tamaño, que en ocasiones suelen reingresar al proceso para sacar nuevas piezas. Sin embargo, también presenta retazos de planchas muy pequeñas las cuales ya no pueden ser reutilizadas y se eliminan como desperdicio junto a los trozos de tapacantos restantes, al aserrín y el polvillo que se forma.

3.2.2 Materia prima e insumos

a. Tablero de Melamina

Es un aglomerado de astillas y restos de bagazo comprimidos, cubierto por una fina lámina de melamina, polímero sintético que le da un mejor acabado a la superficie de los tableros crudos.

b. Tapacantos encolados

El tapacantos es un insumo que se utiliza en el enchapado para cubrir los bordes de laminados decorativos. Este involucra el desarrollo de uno de los procesos más importantes, no sólo porque es parte del acabado sino porque, desde el aspecto técnico, su uso protege a los tableros de los impactos biológicos y de la humedad.

c. Accesorios

Otros insumos que ingresan al proceso son la variedad de accesorios de metal y plástico como pernos, tornillos, clavos, correderas, jaladores, barras de colgar, etc.; los cuales son empleados en la etapa de ensamble del producto final.

Para la elaboración de los roperos básicos, la empresa utiliza como insumos una serie de accesorios que se detallan en la tabla 04, los cuales van desde lo más básico como son los tornillos a aquellos elementos estéticos como los tubos de colgar.

Tabla 04: Accesorios del ropero básico

Producto	Costo unitario (S/.)	Cantidad requerida (unidades)	Costo (S/.)
Tubo ovalado 30*15mm	3,01	1	3,01
Bisagra lateral cangrejo 35mm	0,85	6	5,10
Canopla p/tubo redondo	0,85	2	1,70
Chapa Siso Tambor Cuadrado	2,31	1	2,31
Corredera powerslide plat.16"	6,22	2	12,44
Stoboles 4x40	0,25	12	3,00
Corredera powerslide 20"	8,47	2	16,94
Deslizador clavo con PVC	0,08	6	0,48
Jalador barra 13.5 inoxidable	2,98	6	17,88
Tornillo autorroscante 4.0 x 50	0,03	80	2,40
Tornillo autorroscante 4.0 x 20	0,02	60	1,20
Tornillo autorroscante 4.0 x 30	0,02	25	0,50
Tapatornillo cerezo	0,01	185	1,48

Fuente: Fabricaciones Leoncito S.A.C.

En el caso de la elaboración de los escritorios lineales, la empresa utiliza accesorios similares a los del ropero pero en menor cantidad. Estos se mencionan en la tabla 05 junto a la inversión que estos implican.

Tabla 05: Accesorios del escritorio lineal

Producto	Costo unitario (S/.)	Cantidad requerida (unidades)	Costo (S/.)
Chapa Siso Tambor Cuadrado	2,31	2	4,62
Corredera powerslide plat.16"	6,22	2	12,44
Stoboles 4x40	0,25	6	1,50
Corredera powerslide 20"	8,47	4	33,88
Deslizador clavo con PVC	0,08	6	0,48
Jalador barra 13.5 inoxidable	2,98	3	8,94
Tornillo autorroscante 4.0 x 50	0,03	60	1,80
Tornillo autorroscante 4.0 x 20	0,02	40	0,80
Tornillo autorroscante 4.0 x 30	0,02	25	0,50
Tapatornillo cerezo	0,01	125	1,00

Fuente: Fabricaciones Leoncito S.A.C.

d. Mano de obra

La línea de producción de muebles de melamina, normalmente, está a cargo de catorce personas quienes ejecutan múltiples funciones para la fabricación de varios tipos de productos. Ellos se iniciaron en estos menesteres de forma empírica y con la experiencia han aprendido algunas técnicas de manufactura, por lo que se les califica con una experiencia básica.

Estos pueden ser nombrados como operarios o como ayudantes; ambos trabajan 8 horas diarias y 6 días a la semana, teniendo por ello una remuneración de 5 soles/hora y 4 soles/hora respectivamente.

e. Maquinaria

El proceso semi-automatizado con el que cuentan consta de 4 máquinas las cuales son manipuladas por los operarios destinados permanentemente para el uso adecuado de estas máquinas. La seccionadora está a cargo de un solo operario, la enchapadora por dos operarios y las dos máquinas sierras escuadradoras por dos operarios más, uno en cada máquina. Tanto la seccionadora como las dos máquinas sierras escuadradoras son utilizadas para el proceso de corte.

3.2.3 El proceso de producción en la línea de melamina

Al ingresar el pedido al área de producción, lo primero que se hace es definir el diseño así como la cantidad de piezas y accesorios que incluirá. Para ello se hace uso de un software llamado “Corte Certo”, en el cual se ingresan las medidas de las partes que conforman al producto final y este se encarga de ubicarlas de tal forma que se genere la menor merma posible. Luego se realizan los siguientes pasos:

- **Selección:** Se entrega el diseño al operario del área de corte y este se encarga de leer las especificaciones para dirigirse a almacén y conseguir el tipo de tablero que se requiere para la elaboración del producto.

- **Transporte:** El operario, habiendo ya identificado la plancha que necesita, carga y lleva el tablero hacia la máquina de corte (seccionadora o escuadradora) en la que realizará la siguiente actividad.
- **Limpieza de cortadora:** al llegar a su estación de trabajo, el operario verifica que el equipo se encuentre limpio y en condiciones para iniciar. Para ello cuenta con una manguera conectada a un cilindro de aire que facilita la limpieza del lugar.
- **Carga de cortadora:** Luego coloca la plancha de melamina sobre la zona central de la máquina.
- **Calibración de cortadora:** Ajusta (escuadradora) o programa (seccionadora) la máquina de acuerdo a las medidas de las piezas requeridas y procede a activar la misma para realizar el corte.
- **Cortado:** Es el momento en el cual la máquina realiza los cortes en el tablero para obtener la cantidad de piezas definidas en la etapa de diseño.
- **Descarga:** A medida que se van haciendo los cortes, se va obteniendo las piezas del mueble las cuales son marcadas y colocadas en una base, por un ayudante, para que sean llevadas a la siguiente etapa.
- **Transporte:** El operario encargado del canteado va a la estación de corte y ubica las piezas; las carga y regresa a su estación de trabajo con ellas. A medida que las va trayendo, las va colocando en un espacio junto a la máquina.
- **Carga de canteadora:** Instala el rollo de tapacanto en la parte interna de la máquina.
- **Programación de canteadora:** Selecciona ciertas opciones en la programación de la máquina de acuerdo al tipo de tapacanto que empleará.
- **Acondicionamiento de la pieza:** Limpia el borde de la pieza para que este ingrese totalmente liso a la máquina, evitándose la formación de ondulaciones en el canto por cualquier partícula o astilla que se haya podido encontrar pegada.
- **Canteado:** La máquina se encarga de adherir la cinta al borde del tablero mediante el uso de colas y de presión. Finalmente, y de forma inmediata, lo

que sobra del tapacantos es cortado por la misma máquina para proceder con la siguiente pieza. La actividad se realiza para cada uno de los extremos que serán visibles de cada pieza.

- **Inspección del canteado:** El ayudante, ubicado al extremo final de la máquina, recibe la pieza y verifica que se haya pegado el canto correctamente, sin haber quedado aire dentro o desbordando pegamento. Si no cumple con dichas variables, retira el tapacanto y lo lleva a reingresar a la máquina.
- **Piezas en espera:** Las piezas que cumplen las variables son colocadas sobre una base para luego ser llevadas por el maestro de obra a la estación de ensamble.
- **Transporte:** El maestro de obra, previamente asignado a elaborar el producto en proceso; se dirige a la estación de canteado, toma las piezas y las carga para llevarlas hacia su estación de trabajo.
- **Marcado de intersecciones:** teniendo en cuenta las medidas de las piezas, marca el punto exacto en el cual realizará el entornillado de las piezas después.
- **Taladrado:** el operario activa el taladro y realiza los agujeros en las marcas de las piezas; los cuales servirán como unión entre pieza y pieza.
- **Ensamblado:** el encargado del área busca los accesorios y proceder a unir las piezas mediante el uso de tornillos, clavos y bisagras. A medida que va avanzando en el armado también va colocando los accesorios que van tanto en el interior (corbatero, correderas, percheros, etc.) como en el exterior (jaladores, tapatornillos, etc.) del producto.
- **Acabado:** El operario procede a untar el aceite sobre el producto ya terminado para limpiarlo y darle brillo.
- **Transporte:** El encargado del despacho va a la estación de ensamblaje y lleva el producto terminado a almacén con el apoyo de uno o más ayudantes, dependiendo de su tamaño y peso.
- **Almacenado:** El producto ya terminado se almacena hasta el día de la entrega del pedido.

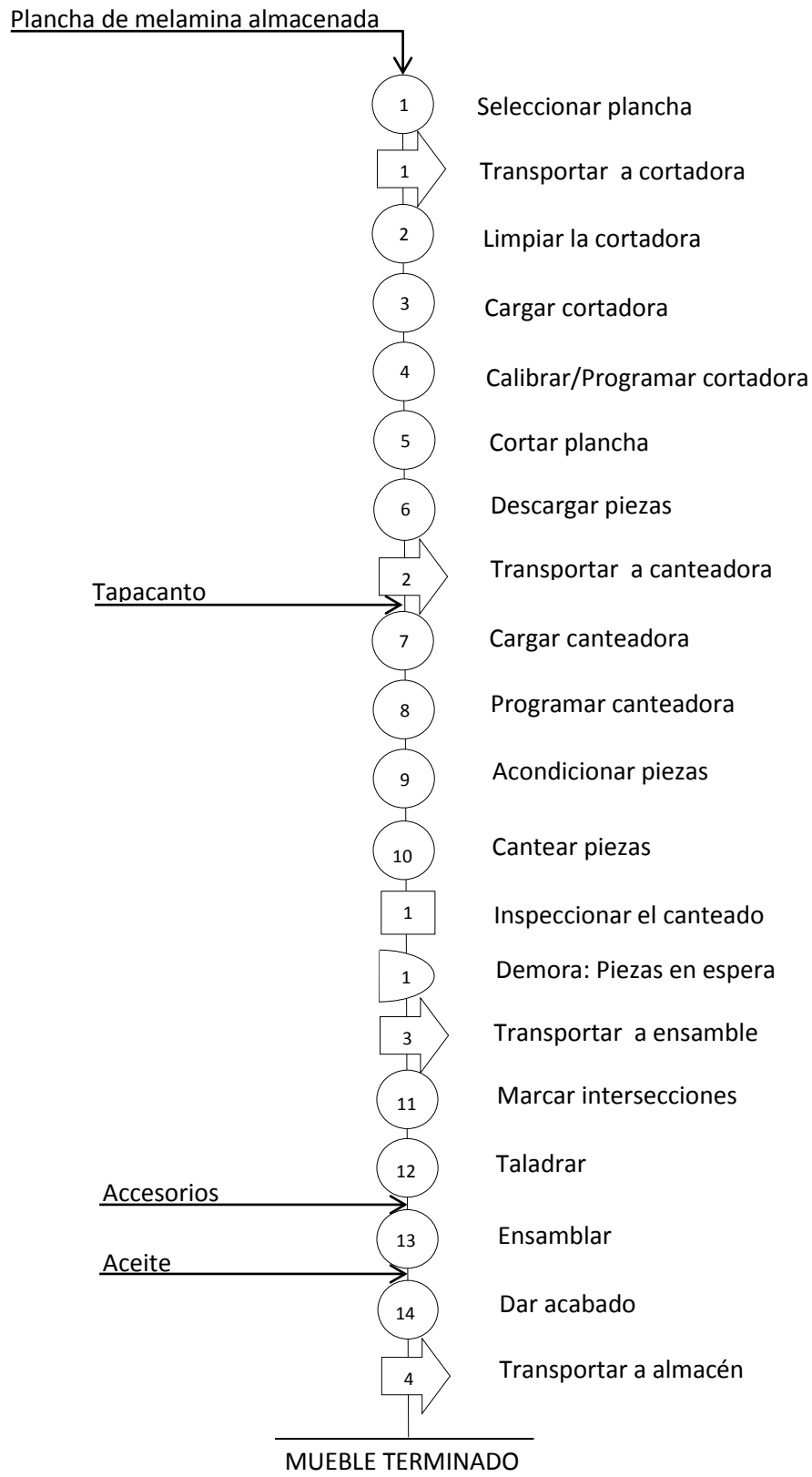


Figura 05: Diagrama de operaciones de la producción de un mueble

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Sistema de producción

El sistema de producción que emplea la empresa es intermitente ya que esta es flexible, pues maneja una gran variedad de productos y con una producción relativamente baja de cada uno de ellos. Sus procesos se adaptan a la diversidad de características de los pedidos que llegan.

3.2.5 Análisis para el proceso de producción

Para la elaboración de los roperos y escritorios se realiza una serie de actividades que corresponden a las operaciones básicas ya anteriormente mencionadas en el punto 3.2.3 de la investigación.

a. Toma de tiempos para el análisis

Uno de los puntos más discutidos dentro del estudio de tiempos es el número de ciclos a observar para llegar a un estándar justo. Niebel y Freivalds (2009) mencionan que la compañía General Electric estableció una relación entre el tiempo de ciclo de un proceso y el número de veces que este sería recomendable observar para determinar su tiempo promedio. Esta información se muestra en la tabla 06.

Tabla 06: Número recomendado de ciclos

Tiempo del Ciclo (Minutos)	Número recomendado de Ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 -20,00	8
20,00 – 40,00	5
40,00 o más	3

Fuente: Niebel y Freivalds, 2009

Caso (2006) coincide en la validez de esta información y menciona que no solo los métodos estadísticos, los cuales requieren un tamaño de la muestra basado en la dispersión de las lecturas individuales, son posibles de utilizar para determinar observaciones.

En base a estas referencias y a los tiempos de ciclo identificados, se determinó que era necesario realizar como mínimo 3 mediciones en diferentes ocasiones para determinar el tiempo promedio que implica realizar cada una de las actividades de producción de ambos productos. El tiempo promedio se ha empleado para la elaboración de todos los diagramas hombre-máquina y cursogramas analíticos que se adjuntan a continuación.

b. Diagrama de análisis de operaciones de la elaboración del ropero básico

Para dar una descripción más detallada de las acciones que involucra fabricar este ropero en particular, se adjunta el siguiente diagrama de análisis que se muestra en la figura 06 en la cual se incluye los tiempos promedios obtenidos a base de las tres mediciones realizadas que se detallan en el anexo 01.

A partir de este diagrama podemos visualizar que un ropero requiere de 3 horas para ser terminado. Este tiempo incluye todos los movimientos realizados por los operarios, muchas de ellas actividades que agregan valor al producto y otras que sólo alargan el tiempo de ejecución.

Tabla 07: Valores para el cálculo del porcentaje de tareas productivas e improductivas del ropero básico

Resumen	
Suma total del tiempo de las operaciones	180,0 min
Suma del tiempo de transporte	31,2 min
Suma del tiempo de espera de piezas	15,0 min
Suma del tiempo de operaciones	127,5 min
Suma del tiempo de inspección	6,3 min

Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS ACTUAL					
Diagrama N°: 01 Objeto del diagrama: fabricación de roperos Operarios responsables:	RESUMEN				
	FUNCIONES	CANT.	TIEMPO (min)	TOTAL DE FUNCIONES	49
	Operaciones	32	127,5	TIEMPO TOTAL (min)	180,0
	Transporte	15	31,2	DISTANCIA TOTAL (m)	107,5
Corte	Jaime Chaquila R.	Retrasos	1	15,0	FIRMA -----
Canteado	Marlon Ludeñas N.	Inspección	1	6,3	
Ensamble	Juan Carlos Medrano Ch.	Almacenamiento	-	-	

N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES						TIEMPO (s)	DIST. (m)	OBSERVACIONES
		➡	●	◐	■	◑	▼			
1	Seleccionar plancha	●					150		Operario + Ayudante	
2	Transportar a cortadora	➡					30	1,5		
3	Limpiar la cortadora	●					5		1 operario	
4	Cargar la cortadora	●					5		Operario + Ayudante	
5	Calibrar/ Programar la cortadora	●					325			
6	Cortar plancha	●					300		1 operario	
7	Descargar piezas	●					325		1 ayudante	
8	Transportar a canteadora	➡					120	6	1 operario	
9	Cargar canteadora	●					20			
10	Programar canteadora	●					10		1 operario	
11	Acondicionar piezas	●					380		1 operario	
12	Cantear piezas	●					710		1 Máquina	
13	Inspeccionar el canteado	■					380		1 operario	
14	Demora: Piezas en espera						900		-	
15	Transportar a ensamble	➡					240	18	Operario + Ayudante	
16	Marcar intersecciones	●					240			
17	Ir a almacén	➡					60	22		
18	Recibir accesorios	●					40			
19	Ir a ensamble	➡					50	22		
20	Armar extremo inferior del marco	●					120			
21	Girar extremo del marco	●					10			
22	Colocar base superior al marco	●					90			
23	Girar marco	●					10			
24	Marcar ubicación de división horizontal	●					60			
25	Traer pieza horizontal superior	➡					40	1,5		
26	Colocar división horizontal superior	●					60			
27	Marcar ubicación de división vertical	●					200			
28	Traer pieza vertical	➡					40	1,5		
29	Colocar división vertical	●					80			
30	Marcar ubicación de divisiones izquierdas	●					320			
31	Traer pieza para divisiones izquierdas	➡					40	2		
32	Colocar divisiones izquierdas	●					220			
33	Traer tubo, división, zócalo y cabezal	➡					240	3		
34	Colocar el tubo para colgador	●					40			
35	Colocar el zócalo y cabezal	●					240			
36	Colocar división horizontal inferior	●					120			
37	Regresar a mesa	➡					20	1,5		
38	Armar cajones	●					1380			
39	Llevar correderas	➡					10	1,5		
40	Colocar correderas	●					180			
41	Traer cajones	➡					240	1,5		
42	Colocar cajones	●					180			
43	Traer respaldar	➡					200	2		
44	Colocar respaldar	●					900			
45	Traer puertas, bisagras y jaladores	➡					360	1,5		
46	Colocar puertas	●					460			
47	Ensamblar jaladores	●					180			
48	Dar acabado	●					290			
49	Transportar a almacén	➡					180	22		
TOTAL							10800	107,5		

Figura 06: Cursograma analítico del proceso de elaboración del ropero básico

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{Tareas improductivas} = \text{Transporte} + \text{Retraso} = (31,2 + 15) \text{ min}$$

$$\% \text{Tareas improductivas} = \frac{31,2 \text{ min} + 15 \text{ min}}{180 \text{ min}} \times 100 = 26\%$$

$$\% \text{Tareas productivas} = \frac{127,5 \text{ min} + 6,3 \text{ min}}{180 \text{ min}} \times 100 = 74\%$$

Mediante la suma de los tiempos de transporte y la espera de piezas que se detallan en la tabla 07, se pudo determinar que estas tareas improductivas representan el 26% del tiempo total de la fabricación del ropero. El 74% restante de las actividades sí agregan valor al producto.

c. Diagrama de análisis de operaciones de la elaboración del escritorio lineal

Para describir las acciones que involucra fabricar el escritorio lineal en particular, se adjunta el siguiente diagrama de análisis que se muestra en la figura 07 en donde se muestra el tiempo promedio de cada actividad, obtenida de las tres mediciones realizadas que se detallan en el anexo 02.

En este diagrama se observa un total de 31 actividades, conformadas por 23 operaciones propiamente dichas, 1 inspección, 6 transportes, y 1 actividad de demora. Todas estas actividades se realizan en un tiempo de 1,72 horas para dar por terminado el escritorio.

Tabla 08: Valores para el cálculo del porcentaje de tareas productivas e improductivas del escritorio lineal

Resumen	
Suma total del tiempo de las operaciones	120,4 min
Suma del tiempo de transporte	11,6 min
Suma del tiempo de espera de piezas	25,2 min
Suma del tiempo de operaciones	73,6 min
Suma del tiempo de inspección	10,1 min

Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS ACTUAL									
Diagrama N°: 02 Objeto del diagrama: fabricación de escritorio lineal Operarios responsables:		RESUMEN							
		FUNCIONES	CANT.	TIEMPO (min)	TOTAL DE FUNCIONES				
		Operaciones	23	73,6	31				
		Transporte	6	11,6	TIEMPO TOTAL (min)				
		Retrasos	1	25,2	DISTANCIA TOTAL (m)				
Corte	Jaime Chaquila R.	Inspección	1	10,1	FIRMA				
Canteado	Marlon Ludeñas N.	Almacenamiento	-	-					
Ensamble	Juan Carlos Medrano Ch.								
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES					TIEMPO (s)	DIST. (m)	OBSERVACIONES
		→	●	◐	■	◑			
1	Seleccionar plancha		●				90		Operario + Ayudante
2	Transportar a cortadora	→					12	2	
3	Limpiar la cortadora		●				10		
4	Cargar la cortadora		●				8		Operario + Ayudante
5	Calibrar/ Programar la cortadora		●				525		1 operario
6	Cortar plancha		●				230		
7	Descargar piezas		●				245		1 ayudante
8	Transportar a canteadora	→					120	6	Operario + Ayudante
9	Cargar canteadora		●				20		
10	Programar canteadora		●				10		1 operario
11	Acondicionar piezas		●				150		1 operario
12	Cantear piezas		●				615		1 Máquina
13	Inspeccionar el canteado				■		603		1 ayudante
14	Demora: Piezas en espera			◐			1510		-
15	Transportar a ensamble	→					240	18	1 operario + 1 Ayudante
16	Ir a almacén	→					90	22	
17	Recibir accesorios		●				30		
18	Ir a ensamble	→					35	22	
19	Ensamblar parantes a tablero		●				90		
20	Ensamblar mandil		●				30		
21	Ensamblar división vertical		●				50		
22	Armar cajón principal		●				420		
23	Colocar chapa al cajón principal		●				200		
24	Colocar corredera		●				100		
25	Ensamblar cajón principal		●				30		
26	Armar cajones secundarios		●				900		
27	Colocar correderas		●				240		
28	Ensamblar cajones secundarios		●				60		
29	Colocar jaladores a los tres cajones		●				150		
30	Dar acabado		●				210		
31	Transportar a almacén	→					200		2 ayudantes
TOTAL							7223	70	

Figura 07: Cursograma analítico del proceso de elaboración del escritorio lineal

Fuente: Elaboración Propia

Tareas improductivas = Transporte + Retraso = (11,6 + 25,2) min

$$\% \text{ Tareas improductivas} = \frac{11,6 \text{ min} + 25,2 \text{ min}}{120,4 \text{ min}} \times 100 = 31\%$$

$$\% \text{ Tareas productivas} = \frac{73,6 \text{ min} + 10,1 \text{ min}}{120,4 \text{ min}} \times 100 = 69\%$$

Mediante la suma de los tiempos de transporte y la espera de piezas que se detallan en la tabla 08, se pudo determinar que estas tareas improductivas representan el 31% del tiempo total de la fabricación del escritorio lineal.

d. Diagrama hombre-máquina de la operación de corte de las piezas del ropero básico

La empresa cuenta con un proceso semi-automatizado que consta de 3 máquinas de corte. La secuencia de acciones realizadas en esta estación de trabajo se presenta a detalle en la tabla 09 la cual incluye el tiempo promedio de las tres observaciones realizadas a las actividades de corte, correspondientes al anexo 01.

Tabla 09: Diagrama hombre-máquina 01: Operario - Cortadora - Ayudante

TIEMPO	OPERARIO 1	CORTADORA	AYUDANTE 1
2 min 30 s	Seleccionar plancha	Tiempo muerto	Seleccionar plancha
3 min	Transportar plancha		Transportar plancha
3 min 05 s	Limpiar máquina		Tiempo Ocioso
3 min 10 s	Cargar plancha		
3 min 23 s	Calibrado	Calibrado	Tiempo Ocioso
3 min 35 s	Corte	Corte	
3 min 48 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
4 min	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
4 min 13 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
4 min 25 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
4 min 38 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
4 min 50 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
5 min 03 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
5 min 15 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
5 min 28 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
5 min 40 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
5 min 53 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
6 min 05 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
6 min 18 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
6 min 30 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
6 min 43 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
6 min 55 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso

7 min 08 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
7 min 20 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
7 min 33 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
7 min 45 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
7 min 58 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
8 min 10 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
8 min 23 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
8 min 35 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
8 min 48 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
9 min	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
9 min 13 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
9 min 25 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
9 min 38 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
9 min 50 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
10 min 03 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
10 min 15 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
10 min 28 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
10 min 40 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
10 min 53 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
11 min 05 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
11 min 18 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
11 min 30 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
11 min 43 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
11 min 55 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
12 min 08 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
12 min 20 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
12 min 33 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
12 min 45 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
12 min 58 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
13 min 10 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
13 min 23 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
13 min 35 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
13 min 48 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
14 min	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
14 min 13 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
14 min 25 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
14 min 38 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
14 min 50 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
15 min 03 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
15 min 15 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
15 min 28 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
15 min 40 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
15 min 53 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
16 min 05 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
16 min 18 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
16 min 30 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
16 min 43 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
16 min 55 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
17 min 08 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
17 min 20 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
17 min 33 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
17 min 45 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
17 min 58 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
18 min 10 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
18 min 23 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
18 min 35 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
18 min 48 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
19 min	Tiempo ocioso	Tiempo muerto	Descarga

Fuente: Elaboración propia

De este diagrama podemos observar que el cortado de las 24 piezas que incluye el ropero se realiza en un tiempo promedio de 19 minutos, dentro del cual el ayudante está sin hacer alguna función 5 minutos aproximadamente. Esto influye en los costos de la fabricación del ropero.

e. Diagrama hombre-máquina de la operación de corte de las piezas del escritorio lineal

Para detallar la secuencia de acciones que se realizan en esta estación de trabajo se presenta la tabla 10, la cual registra el tiempo promedio correspondiente al anexo 02, que demoran el operario y el ayudante en obtener las piezas del escritorio lineal.

Tabla 10: Diagrama hombre-máquina 02 Operario - Cortadora - Ayudante

TIEMPO	OPERARIO 1	CORTADORA	AYUDANTE 1
1 min 30 s	Seleccionar plancha	Tiempo muerto	Seleccionar plancha
1 min 42 s	Transportar plancha		Transportar plancha
1 min 52 s	Limpiar máquina		Tiempo Ocioso
2 min	Cargar plancha		
2 min 15 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
2 min 35 s	Corte	Corte	
2 min 50s	Calibrado	Calibrado	Tiempo Ocioso
3 min 10 s	Corte	Corte	
3 min 25 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
3 min 45 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
4 min	Calibrado	Calibrado	Descarga
4 min 20 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
4 min 35 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
4 min 55 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
5 min 10 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
5 min 30 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
5min 45 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
6 min 05 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
6 min 20 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
6 min 40 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
6 min 55 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
7 min 15 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
7 min 30 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
7 min 50 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso

8 min 05 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
8 min 25 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
8 min 40 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
9 min	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
9 min 15 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
9 min 35 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
9 min 50s	Calibrado	Calibrado	Descarga
10 min 10 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
10 min 25 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
10 min 45 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
11 min	Calibrado	Calibrado	Descarga
11 min 20 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
11 min 35 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
11 min 55 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
12 min 10 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
12 min 30 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
12min 45 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
13 min 05 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
13 min 20 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
13 min 40 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
13 min 55 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
14 min 15 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
14 min 30 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
14 min 50 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
15 min 05 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
15 min 25 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
15 min 40 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
16 min	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
16 min 15 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
16 min 35 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
16 min 50s	Calibrado	Calibrado	Descarga
17 min 10 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
17 min 25 s	Calibrado	Calibrado	Descarga
17 min 45 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
18 min	Calibrado	Calibrado	Descarga
18 min 20 s	Corte	Corte	Tiempo Ocioso
18 min 35 s	Tiempo Ocioso	Tiempo muerto	Descarga
18 min 42 s			

Fuente: Elaboración propia

De este diagrama podemos observar que el cortado de las 20 piezas que incluye el escritorio se realiza en un tiempo promedio de 18,7 minutos, de los cuales 6 minutos aproximadamente el ayudante está sin hacer alguna función. Esto influye en los costos de la fabricación del escritorio.

f. Diagrama hombre-máquina de la operación de canteado de las piezas del ropero básico

La secuencia de acciones realizadas por el personal para colocar el tapacanto a las piezas del ropero básico se presenta en la tabla 11. Este diagrama incluye los tiempos de cada actividad, los cuales corresponden al promedio de las tres mediciones del anexo 01.

Tabla 11: Diagrama hombre-máquina 03 Operario-Canteadora-Ayudante

TIEMPO	OPERARIO 3	CANTEADORA	AYUDANTE 3
2 min	Transportar piezas	Tiempo Muerto	Transportar piezas
2 min 20 s	Cargar canteadora	Cargar canteadora	Tiempo Ocioso
2 min 30 s	Programar canteadora	Programar canteadora	
2 min 40 s	Acondicionar pieza	Tiempo Muerto	Tiempo Ocioso
2 min 50 s	Tiempo Ocioso		
3 min	Acondicionar pieza	Canteadora	Inspección del canteado
3 min 10 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
3 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
3 min 30 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
3 min 35 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
3 min 40 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
3 min 50 s			Inspección del canteado
4 min	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
4 min 10 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
4 min 15 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
4 min 20 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
4 min 30 s			Inspección del canteado
4 min 40 s	Acondicionar pieza		Tiempo Ocioso
4 min 50 s	Tiempo Ocioso		Inspección del canteado
5 min	Acondicionar pieza		Tiempo Ocioso
5 min 10 s	Tiempo Ocioso		Inspección del canteado
5 min 20 s	Acondicionar pieza		Tiempo Ocioso
5 min 30 s	Tiempo Ocioso		Inspección del canteado
5 min 40 s	Acondicionar pieza		Tiempo Ocioso
5 min 50 s	Cargar pieza		Inspección del canteado
6 min	Acondicionar pieza	Tiempo Ocioso	
6 min 10 s	Tiempo Ocioso	Inspección del canteado	
6 min 20 s	Acondicionar pieza	Tiempo Ocioso	

6 min 30 s	Cargar pieza	Canteador	Tiempo Ocioso
6 min 40 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
6 min 50 s	Tiempo Ocioso		Reingresar piezas
7 min 10 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
7 min 20 s	Tiempo Ocioso		Reingresar piezas
7 min 30 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
7 min 40 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
7 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
8 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
8 min 10 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
8 min 20 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
8 min 30 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
8 min 40 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
8 min 45 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
8 min 50 s	Tiempo Ocioso		Inspección del canteador
9 min			Tiempo Ocioso
9 min 10 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
9 min 20 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
9 min 30 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
9 min 40 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
9 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
10 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
10 min 10 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
10 min 20 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
10 min 30 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
10 min 40 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
10 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
11 min	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
11 min 10 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
11 min 20 s	Tiempo Ocioso		Reingresar piezas
11 min 30 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
11 min 40 s	Tiempo Ocioso		Reingresar piezas
11 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
12 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
12 min 10 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
12 min 20 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
12 min 30 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
12 min 40 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
12 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador
13 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
13 min 10 s	Acondicionar pieza	Inspección del canteador	
13 min 20 s	Tiempo Ocioso	Tiempo Ocioso	
13 min 30 s	Acondicionar pieza	Inspección del canteador	
13 min 40 s	Tiempo Ocioso	Tiempo Ocioso	
13 min 50 s	Acondicionar pieza	Inspección del canteador	
14 min	Tiempo Ocioso	Tiempo Ocioso	
14 min 10 s	Acondicionar pieza	Inspección del canteador	
14 min 20 s	Cargar pieza	Tiempo Ocioso	
14 min 30 s	Acondicionar pieza	Inspección del canteador	
14 min 40 s	Tiempo Ocioso	Tiempo Ocioso	
14 min 50 s	Acondicionar pieza	Inspección del canteador	
15 min	Tiempo Ocioso	Tiempo Ocioso	
15 min 10 s	Acondicionar pieza	Inspección del canteador	
15 min 20 s	Tiempo Ocioso	Tiempo Ocioso	
15 min 30 s	Acondicionar pieza	Inspección del canteador	
15 min 40 s	Tiempo Ocioso	Reingresar piezas	
15 min 50 s	Acondicionar pieza	Inspección del canteador	
16 min	Cargar pieza	Reingresar piezas	
16 min 10 s	Acondicionar pieza	Inspección del canteador	
16 min 20 s	Tiempo Ocioso	Tiempo Ocioso	
16 min 30 s	Acondicionar pieza	Inspección del canteador	
16 min 40 s	Tiempo Ocioso	Tiempo Ocioso	
16 min 50 s	Acondicionar pieza	Inspección del canteador	

17 min	Tiempo Ocioso	Canteador	Tiempo Ocioso	
17 min 10 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
17 min 20 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
17 min 30 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
17 min 40 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso	
17 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
18 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
18 min 10 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
18 min 20 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
18 min 30 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
18 min 40 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
18 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
19 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
19 min 10 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
19 min 20 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso	
19 min 30 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
19 min 40 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
19 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
20 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
20 min 10 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
20 min 20 s	Tiempo Ocioso		Reingresar piezas	
20 min 30 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
20 min 40 s	Tiempo Ocioso		Reingresar piezas	
20 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
21 min	Cargar pieza		Tiempo Ocioso	
21 min 10 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
21 min 20 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
21 min 30 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
21 min 40 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
21 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
22 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
22 min 10 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
22 min 20 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
22 min 30 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
22 min 40 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso	
22 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
23 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
23 min 10 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
23 min 20 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
23 min 30 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
23 min 40 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
23 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
24 min	Tiempo Ocioso		Reingresar pieza	
24 min 10 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso	
24 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
24 min 30 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
24 min 40 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
24 min 50 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
25 min	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
25 min 10 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
25 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
25 min 30 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
25 min 40 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
25 min 50 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
26 min	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
26 min 10 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
26 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
26 min 30 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
26 min 40 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteador	
26 min 50 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso	
27 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Muerto	Inspección del canteador

Fuente: Elaboración propia

De este diagrama hombre-máquina 03 podemos observar que el canteador de los 65 lados de las piezas que incluye el ropero se realiza en un tiempo promedio de 27 minutos, dentro del cual el ayudante está sin hacer alguna función 11 minutos aproximadamente.

g. Diagrama hombre-máquina de la operación de canteado de las piezas del escritorio lineal

La secuencia de actividades seguidas por el operario y el ayudante para el canteado de las piezas del escritorio están representadas en la tabla 12 la cual incluye el tiempo promedio obtenido de las tres mediciones del anexo 02.

Tabla 12: Diagrama hombre-máquina 04 Operario - Canteadora - Ayudante

TIEMPO	OPERARIO 3	CANTEADORA	AYUDANTE 3
2 min	Transportar piezas	Tiempo Muerto	Transportar piezas
2 min 20 s	Cargar canteadora	Cargar canteadora	Tiempo Ocioso
2 min 30 s	Programar canteadora	Programar canteadora	
2 min 35 s	Acondicionar pieza	Tiempo Muerto	
2 min 45 s	Tiempo Ocioso		
2 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
3 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
3 min 05 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
3 min 15 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
3 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
3 min 30 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
3 min 35 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
3 min 45 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
3 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
4 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
4 min 05 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
4 min 15 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
4 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
4 min 30 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
4 min 35 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
4 min 45 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
4 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
5 min	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
5 min 05 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
5 min 15 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
5 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
5 min 30 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
5 min 35 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
5 min 45 s	Tiempo Ocioso		Reingresar piezas
5 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
6 min	Tiempo Ocioso		Reingresar piezas
6 min 05 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
6 min 15 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
6 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
6 min 30 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
6 min 35 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
6 min 45 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
6 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
7 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
7 min 05 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
7 min 15 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
7 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteado
7 min 30 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso

19 min	Tiempo Ocioso	Canteadado	Tiempo Ocioso
19 min 05 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
19 min 15 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
19 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
19 min 30 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
19 min 35 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
19 min 45 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
19 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
20 min	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
20 min 05 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
20 min 15 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
20 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
20 min 30 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
20 min 35 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
20 min 45 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
20 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
21 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
21 min 05 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
21 min 15 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
21 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
21 min 30 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
21 min 35 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
21 min 45 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
21 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
22 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
22 min 05 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
22 min 15 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
22 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
22 min 30 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
22 min 35 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
22 min 45 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
22 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
23 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
23 min 05 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
23 min 15 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
23 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
23 min 30 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
23 min 35 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
23 min 45 s	Cargar pieza		Tiempo Ocioso
23 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
24 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
24 min 05 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
24 min 15 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
24 min 20 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
24 min 30 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
24 min 35 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
24 min 45 s	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
24 min 50 s	Acondicionar pieza		Inspección del canteadado
25 min	Tiempo Ocioso		Tiempo Ocioso
25 min 05 s			Inspección del canteadado
25 min 18 s			Tiempo Muerto

Fuente: Elaboración propia

De este diagrama hombre-máquina 04 podemos observar que el canteadado de los 61 lados de las piezas que incluye el escritorio se realiza en un tiempo promedio de 25,3 minutos, dentro del cual el ayudante está sin hacer alguna función 7,8 minutos aproximadamente.

Las materias primas, maquinaria y productos terminados, en la empresa, no cuentan con un espacio físico adecuado para una mejor organización del trabajo de los operarios, originándose muchas pérdidas de tiempo debido a los cruces de las líneas de recorrido como se visualizarán mejor mediante los diagramas de recorrido que se muestran a continuación en las figuras 08 y 09.

h. Diagrama de recorrido del proceso productivo del ropero básico

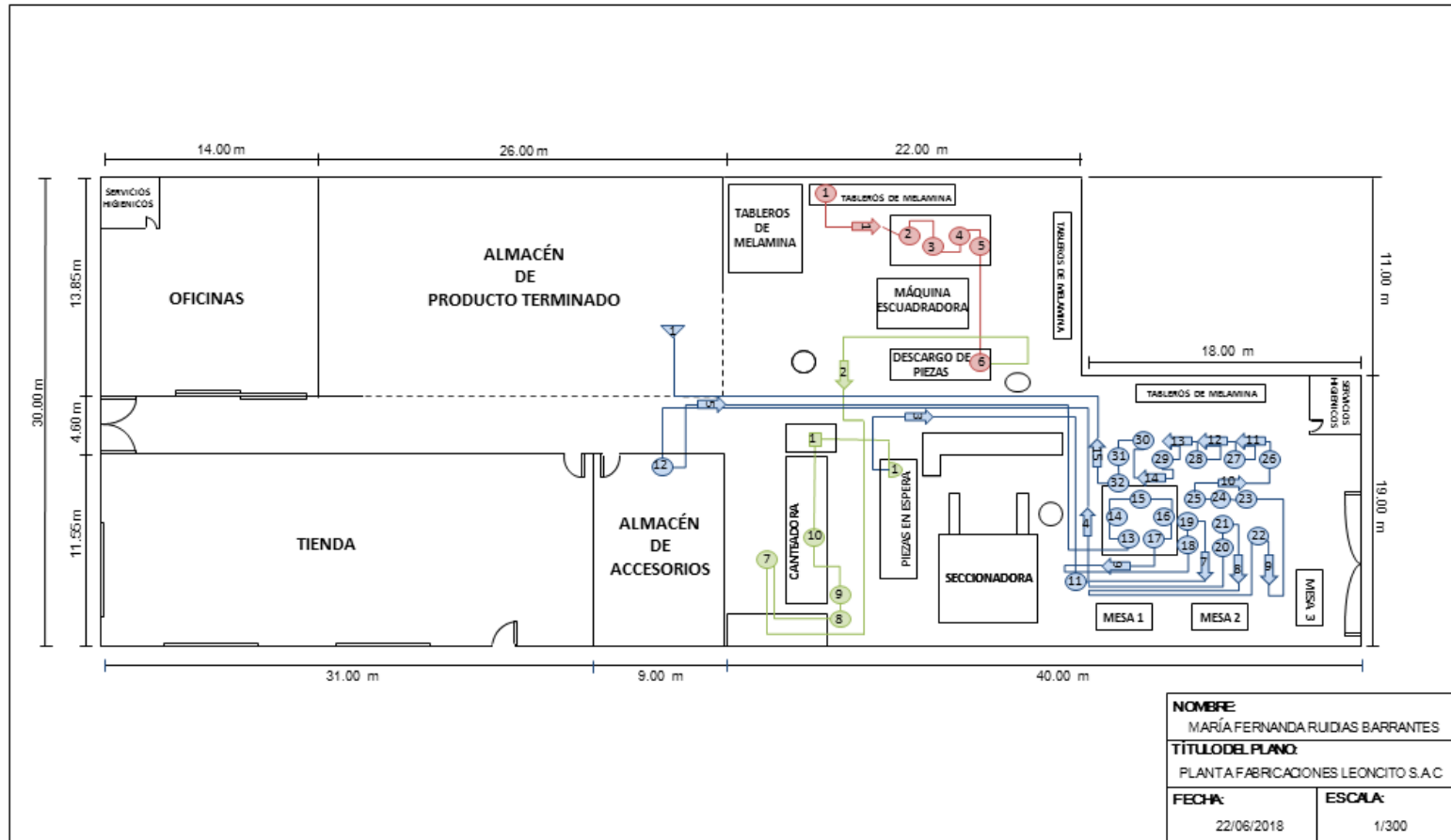


Figura 08: Diagrama de recorrido del proceso productivo del ropero básico

Fuente: Elaboración propia

i. Diagrama de recorrido del proceso productivo del escritorio lineal

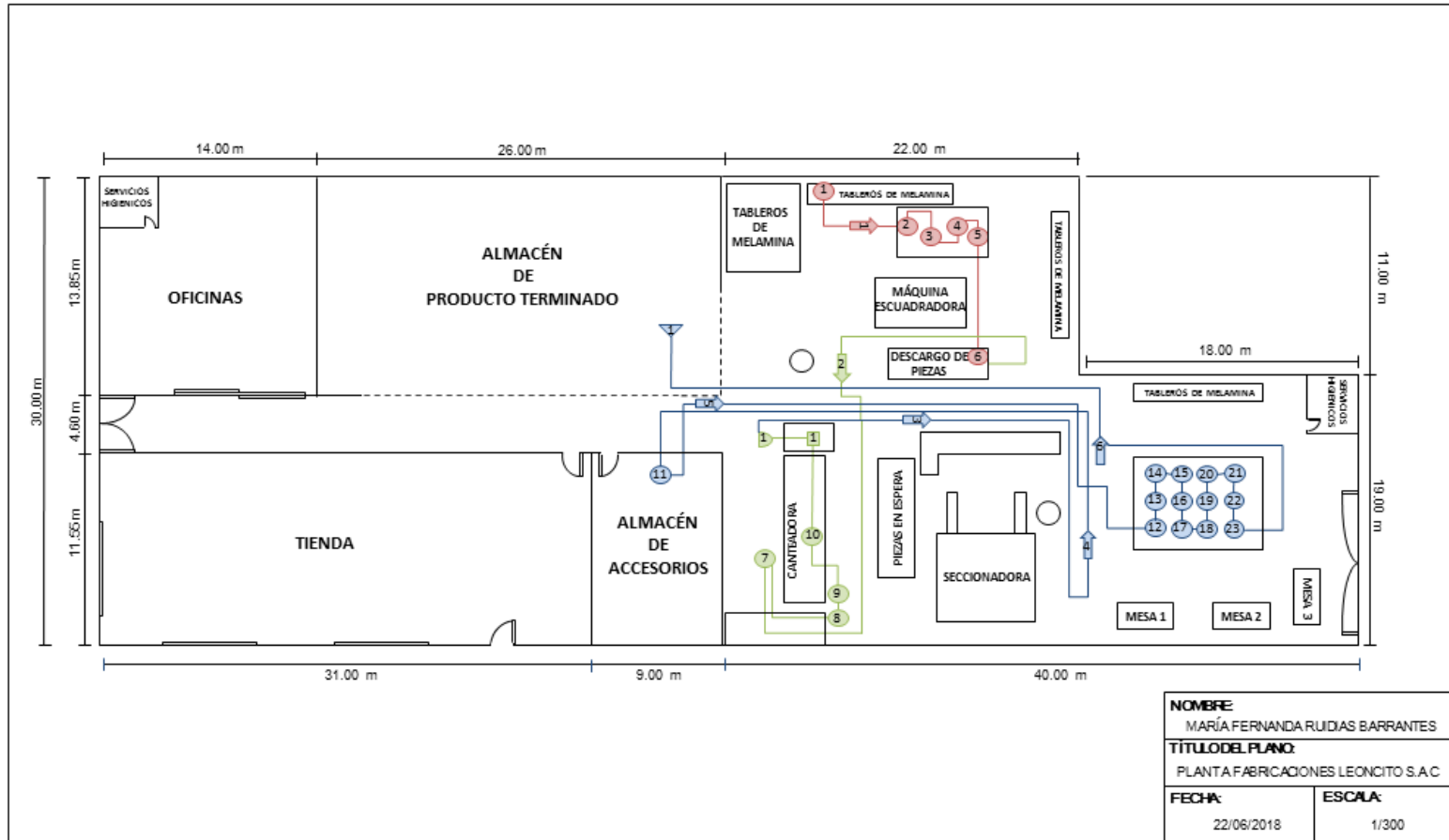


Figura 09: Diagrama de recorrido del proceso productivo del escritorio lineal

Fuente: Elaboración propia

3.2.6 Indicadores actuales de producción y productividad

a. Producción

Teniendo en cuenta que el tiempo estándar requerido para fabricar una unidad de ropero básico es 199 minutos (ver página 63), se concluye que por cada minuto se produce 0.0050 de ropero.

$$\text{Producción} = \frac{1 \text{ unidad de ropero básico}}{199 \text{ minutos}} = 0.0050 \text{ ropero/min}$$

En el caso del escritorio lineal, considerando que el tiempo estándar requerido para fabricar una unidad de este producto es 103 minutos (ver página 63), se concluye que por cada minuto se produce 0.0097 de escritorio lineal.

$$\text{Producción} = \frac{1 \text{ unidad de escritorio lineal}}{103 \text{ minutos}} = 0.0097 \text{ escritorio/min}$$

b. Eficiencia física

Mediante este indicador podemos observar la relación que existe entre el área total de las planchas de melamina utilizadas para cada uno de los productos y lo aprovechado de estas.

$$E_{física} = \frac{934,54m^2 + 1319,25 m^2}{1858,98m^2 + 1438,49m^2} = 0,68 * 100 = \mathbf{68\%}$$

De estos datos se pudo determinar que por cada m² de melamina que ingresa al proceso, su aprovechamiento útil en estos dos productos es de 68%, existiendo una merma del 32%.

c. Eficiencia económica

El precio de venta del ropero básico es S/. 599,9 nuevos soles. Para lograr la venta de este producto, la empresa incurre en un costo de S/. 203,8 por materiales directos, S/. 69,0 por materiales indirectos y S/. 139,4 por mano de obra directa en el cual se consideró el tiempo y la cantidad de personas requeridas para su elaboración, respondiendo a la siguiente fórmula:

$$3,32 \frac{\text{horas}}{\text{ropero}} \times \left[\left(4 \frac{\text{soles}}{\text{hora} - \text{ayudante}} \times 3 \frac{\text{ayudante}}{\text{ropero}} \right) + \left(5 \frac{\text{soles}}{\text{hora} - \text{operario}} \times 6 \frac{\text{operario}}{\text{ropero}} \right) \right]$$

Con estos datos se determinó que por cada sol que invierte la empresa, esta gana 0,46 céntimos; resultado que evidencia la importancia del producto.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{1 \text{ ropero} \times 599,9 \frac{\text{soles}}{\text{ropero}}}{(203,8 + 69 + 139,4) \text{soles}} = 1,46$$

En el caso del escritorio lineal, este se vende a S/. 489,9 nuevos soles; requiere cerca de S/. 219,9 por materiales directos, S/. 65,9 por materiales indirectos y S/. 92,8 por mano de obra directa valor hallado de la misma manera que el ropero:

$$1,72 \frac{\text{horas}}{\text{escritorio}} \times \left[\left(4 \frac{\text{soles}}{\text{hora} - \text{ayudante}} \times 5 \frac{\text{ayudante}}{\text{escritorio}} \right) + \left(5 \frac{\text{soles}}{\text{hora} - \text{operario}} \times 6 \frac{\text{operario}}{\text{escritorio}} \right) \right]$$

A partir de estos datos podemos observar que por cada sol que invierte la empresa, esta gana 0,32 céntimos.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{1 \text{ escritorio} \times 489,9 \frac{\text{soles}}{\text{escritorio}}}{(219,9 + 65,9 + 86)} = 1,32$$

d. Productividad

Este indicador nos permitirá medir la relación entre la cantidad de productos terminados y la cantidad de materia prima empleada para dicha elaboración.

- **Productividad de mano de obra:** Este cálculo permite determinar la cantidad procesada por operario. A partir de los datos mensuales de la empresa se pudo determinar que, en promedio, se procesa 0,078 del ropero básico por hora-hombre. Para este producto, el indicador de productividad por operario al mes varía de 0,048 a 0,167 unidades por hora-hombre como se muestra en la tabla 13. En el caso de los escritorios lineales se obtuvo que se procesa 0,091 del producto por hora-hombre en promedio. En la tabla 12, se detallan los indicadores de productividad mensual referentes a este artículo, los cuales varían de 0,059 a 0,148 unidades por hora-hombre.

Tabla 13: Productividad por operario al mes del ropero básico y del escritorio lineal

	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
	Ropero básico	Producción (roperos básicos)	14	11	12	9	18	15	13	15	15	17	15	
Nº Trabajadores		6	4	6	3	4	6	3	4	5	6	6	3	
Horas trabajadas		30	28	20	18	68	52	63	58	50	56	50	75	
Productividad (roperos básicos/horas-hombre)		0,078	0,098	0,100	0,167	0,066	0,048	0,069	0,065	0,060	0,051	0,050	0,080	0,078
Escritorio lineal	Producción (escritorios lineales)	10	50	18	12	8	8	30	8	10	10	11	10	Productividad Promedio del escritorio lineal
	Nº Trabajadores	6	6	4	5	3	3	6	6	6	4	3	6	
	Horas trabajadas	24	118	42	41	18	20	62	18	21	30	30	24	
	Productividad (escritorios lineales/horas-hombre)	0,069	0,071	0,107	0,059	0,148	0,133	0,081	0,074	0,079	0,083	0,122	0,069	0,091

Fuente: Elaboración Propia

Muchos aspectos pueden influenciar en la mano de obra y como consecuencia en la productividad, es por ello que resulta importante tener claro el perfil que los operarios presentan para así asegurar que su formación influya positivamente en su ritmo de trabajo. Los empleados del área de producción presentan una edad promedio de 35 años, en su mayoría llegan con un grado de educación secundaria y son seleccionados, de preferencia, con experiencia previa en la rama si se trata de un puesto especializado. Para dar cuenta de esta información es que se adjunta la tabla 14 en donde se muestra a detalle la edad, el grado de educación, la experiencia y los años de servicios de todos los operarios y ayudantes de la empresa.

Tabla 14: Características principales de la mano de obra

Operarios				
n°	Edad	Grado de educación	Experiencia previa en el puesto	Años de servicio en la empresa
1	31	Superior técnica	Taller de corte de melamina	3 años - 4 años
2	29	Secundaria	Sin experiencia	5 años - 6 años
3	27	Secundaria	Sin experiencia previa	3 años - 4 años
4	51	Primaria	Carpintería	7 años - 8 años
5	49	Primaria	Carpintería	7 años - 8 años
6	42	Secundaria	Carpintería	5 años - 6 años
7	54	Primaria	Carpintería	7 años - 8 años
8	40	Secundaria	Taller de corte de melamina	3 años - 4 años
9	49	Secundaria	Carpintería	5 años - 6 años
Ayudantes				
n°	Edad	Grado de educación	Experiencia previa en el puesto	Años de trabajo
1	22	Secundaria	Sin experiencia	1 año - 2 años
2	23	Superior	Sin experiencia	1 año - 2 años
3	22	Primaria	Sin experiencia	1 año - 2 años
4	25	Secundaria	Sin experiencia	3 años - 4 años
5	26	Secundaria	Sin experiencia	3 años - 4 años

Fuente: Elaboración propia

- **Productividad de materiales:** En el siguiente cálculo se obtiene que por cada m² de melamina que se utiliza para fabricar uno de estos productos se obtiene 0,16 de la unidad.

$$p_{melamina} = \frac{535 \text{ unidades}}{1858,98m^2 + 1438,49m^2} = \mathbf{0,16 \text{ unid}/m^2}$$

Otro material que se puede evaluar es la cinta para el canteado, del cual se obtiene que por cada m de canto que se utiliza se logra enchapar 0,03 de la unidad.

$$p_{tapacanto} = \frac{535 \text{ unidades}}{8500 \text{ m} + 9900 \text{ m}} = \mathbf{0,03 \text{ unid}/m}$$

e. Capacidad

Teniendo en cuenta que la producción está determinada en función a la operación de ensamble por ser el cuello de botella, se ha tomado el tiempo de esta actividad como ciclo para identificar la capacidad real de ambos productos. La capacidad utilizada de roperos al día es de 3 unidades y en el caso del escritorio es de 4 unidades al día. Con estos datos es que se determinó la utilización y la capacidad ociosa para ambos productos que se detallan en la tabla 15.

Tabla 15: Capacidad de producción del ropero básico y el escritorio lineal

	Ropero	Escritorio
Capacidad real	4 roperos / día	7 escritorios / día
Capacidad utilizada	3 roperos / día	4 escritorios / día
Utilización	$\frac{3 \frac{\text{roperos}}{\text{día}}}{4 \text{ roperos/día}} = 0,75$	$\frac{4 \frac{\text{escritorios}}{\text{día}}}{7 \text{ escritorios/día}} = 0,57$
Capacidad Ociosa	(4-3) = 1 ropero / día	(7-4) = 3 escritorio / día

Fuente: Elaboración propia

f. Tiempo Estándar

- **Tiempo de ciclo:** Sabiendo que dos roperos básicos se realiza en 6 horas, se determinó que el tiempo promedio entre la producción de dos unidades consecutivas es de 180 minutos.

$$\text{Tiempo de ciclo del ropero} = \frac{6 \text{ horas} \times 60 \text{ min/hora}}{2 \text{ ropero}} = 180 \text{ min}$$

El mismo cálculo se hizo para determinar el tiempo de ciclo del escritorio lineal, el cual resultó ser de 120 minutos.

$$\text{Tiempo de ciclo del escritorio} = \frac{4 \text{ horas} \times 60 \text{ min/hora}}{2 \text{ escritorio}} = 120 \text{ min}$$

- **Número de Observaciones:** Como ya se indicó anteriormente, Niebel y Freivalds (2009) mencionan que la compañía General Electric estableció una relación entre el tiempo de ciclo de un proceso y el número de veces que este sería recomendable observar para determinar su tiempo promedio. Esta información se muestra en la tabla 06.

Partiendo de esta información y teniendo en cuenta que el tiempo de ciclo del ropero básico es de 180 minutos, se determinó que era necesario realizar, como mínimo, 3 mediciones en diferentes ocasiones para determinar el tiempo promedio que implica realizar cada una de las actividades de su producción. Estas mediciones se detallan en el anexo 01. De la misma manera se procedió para el caso del escritorio lineal el cual presenta un tiempo de ciclo de 120 minutos. En base a este dato se identificó que para este producto también era necesario realizar 3 mediciones. Las observaciones llevadas a cabo se adjuntan en el anexo 02. Cabe resaltar que las lecturas se obtuvieron mediante el uso de un cronómetro electrónico, con el cual se logró registrar de manera continua los valores que correspondían a cada una de las actividades de fabricación, disminuyendo la posible variación causada por ligeros errores en la lectura de los datos. Con la suma de los promedios de

estos datos es que se determinó el tiempo de ciclo para ambos productos.

- **Tiempo Normal:** para determinar el tiempo que este representa se calculó el producto de los valores de tiempo promedio de cada actividad con su factor de valoración especificados en la tabla 16. Para esta última variable se tomó como base la norma británica de escala 0-100, una de las más utilizadas en la actualidad.

Tabla 16: Tiempos normales de las actividades para la fabricación del ropero y el escritorio

Actividades	Tiempo normal de ropero básico (min)	Tiempo normal de escritorio lineal (min)
Selección	2,50 x 0,80 = 2,00	1,50 X 0,80 = 1,20
Transporte	0,50 x 0,95 = 0,48	0,20 X 0,95 = 0,19
Limpieza	0,08 x 0,90 = 0,07	0,17 X 0,90 = 0,15
Carga	0,08 x 0,95 = 0,08	0,13 X 0,95 = 0,12
Calibrado	5,42 x 0,80 = 4,34	8,75 X 0,80 = 7,00
Cortado	5,00 x 0,80 = 4,00	3,83 X 0,80 = 3,06
Descarga	5,42 x 0,95 = 5,15	4,08 X 0,95 = 3,88
Transporte	2,00 x 0,95 = 1,90	2,00 X 0,95 = 1,90
Cargar	0,33 x 1,20 = 0,40	0,33 X 1,20 = 0,40
Canteado e Inspección	24,67 x 0,85 = 20,97	23,00 X 0,85 = 19,55
Transporte	4,00 x 0,95 = 3,80	4,00 X 0,85 = 0,95
Ensamble	112,00 x 1,05 = 117,60	43,92 X 1,00 = 43,92
Transporte	3,00 x 1,20 = 3,60	3,33 X 1,20 = 4,00

Fuente: Elaboración propia

- **Suplementos:** Como base se tomaron los valores especificados en el sistema de suplementos por descanso, expresados en porcentajes de los tiempos básicos. Este incluye aspectos como necesidades personales, fatigas, demoras, etc. como. Los valores determinados para la empresa se detallan en la tabla 17, los cuales aplican tanto para la elaboración del ropero básico como para el escritorio lineal.

Tabla 17: Sistema de Suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos básicos

Suplementos (%)														
#	Actividades	Constantes		Variables										%
		NP	F	TP	PA	IP	IL	CA	TV	TA	TM	MM	MF	
1	Selección	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
2	Transporte	5	4	2	0	68	0	0	0	0	0	0	0	79
3	Limpieza	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
4	Carga	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
5	Calibrado	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	15
6	Cortado	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
7	Descarga	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	15
8	Transporte	5	4	2	2	6	0	0	0	0	0	0	0	19
9	Cargar	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	15
10	Cantado e Inspección	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	2	15
11	Transporte	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
12	Ensamble	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
13	Transporte	5	4	2	0	19	0	0	0	0	0	0	0	30

Leyenda				
NP	Necesidades personales		CA	Calidad del aire
F	Fatiga		TV	Tensión visual
TP	Trabajo de pie		TA	Tensión auditiva
IP	Levantamiento de peso		TM	Tensión mental
PA	Postura anormal		MM	Monotonía mental
IL	Intensidad luminosa		MF	Monotonía física

Fuente: Elaboración propia

- **Tiempo Estándar:** Del tiempo normal y suplementos calculados, se procedió a identificar el tiempo concedido elemental, el cual fue finalmente multiplicado por la frecuencia de la actividad para hallar el tiempo estándar de cada una. En conclusión, fabricar un ropero requiere actualmente de 199 minutos y un escritorio de 103 minutos como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18: Tiempos estándares de la fabricación actual del ropero y el escritorio

Actividades	Tiempo Normal (min)	Suplemento	Tiempo estándar (min)
Selección	2,00	0,11	$2,00 \times (1 + 0,11) = 2,22$
Transporte	0,48	0,79	$0,48 \times (1 + 0,79) = 0,85$
Limpieza	0,07	0,11	$0,07 \times (1 + 0,11) = 0,08$
Carga	0,08	0,11	$0,08 \times (1 + 0,11) = 0,08$
Calibrado	4,34	0,15	$4,34 \times (1 + 0,15) = 4,99$
Cortado	4,00	0,13	$4,00 \times (1 + 0,13) = 4,52$
Descarga	5,15	0,15	$5,15 \times (1 + 0,15) = 5,92$
Transporte	1,90	0,19	$1,90 \times (1 + 0,19) = 2,26$
Cargar	0,40	0,15	$0,40 \times (1 + 0,15) = 0,46$
Canteado e Inspección	20,97	0,15	$20,97 \times (1 + 0,15) = 24,11$
Transporte	3,80	0,13	$3,80 \times (1 + 0,13) = 4,29$
Ensamble	117,60	0,23	$117,60 \times (1 + 0,23) = 144,65$
Transporte	3,60	0,3	$3,60 \times (1 + 0,3) = 4,68$
Total			199 minutos
Actividades	Tiempo Normal (min)	Suplemento	Tiempo estándar (min)
Selección	1,20	0,11	$1,20 \times (1 + 0,11) = 1,33$
Transporte	0,19	0,79	$0,19 \times (1 + 0,79) = 0,34$
Limpieza	0,15	0,11	$0,15 \times (1 + 0,11) = 0,17$
Carga	0,12	0,11	$0,12 \times (1 + 0,11) = 0,14$
Calibrado	7,00	0,15	$7,00 \times (1 + 0,15) = 8,05$
Cortado	3,06	0,13	$3,06 \times (1 + 0,13) = 3,46$
Descarga	3,88	0,15	$3,88 \times (1 + 0,15) = 4,46$
Transporte	1,90	0,19	$1,90 \times (1 + 0,19) = 2,26$
Cargar	0,40	0,15	$0,40 \times (1 + 0,15) = 0,40$
Canteado e Inspección	19,55	0,15	$19,55 \times (1 + 0,15) = 22,48$
Transporte	0,95	0,13	$0,95 \times (1 + 0,13) = 1,07$
Ensamble	43,92	0,23	$43,92 \times (1 + 0,23) = 54,02$
Transporte	4,00	0,3	$4,00 \times (1 + 0,3) = 5,19$
Total			103 minutos

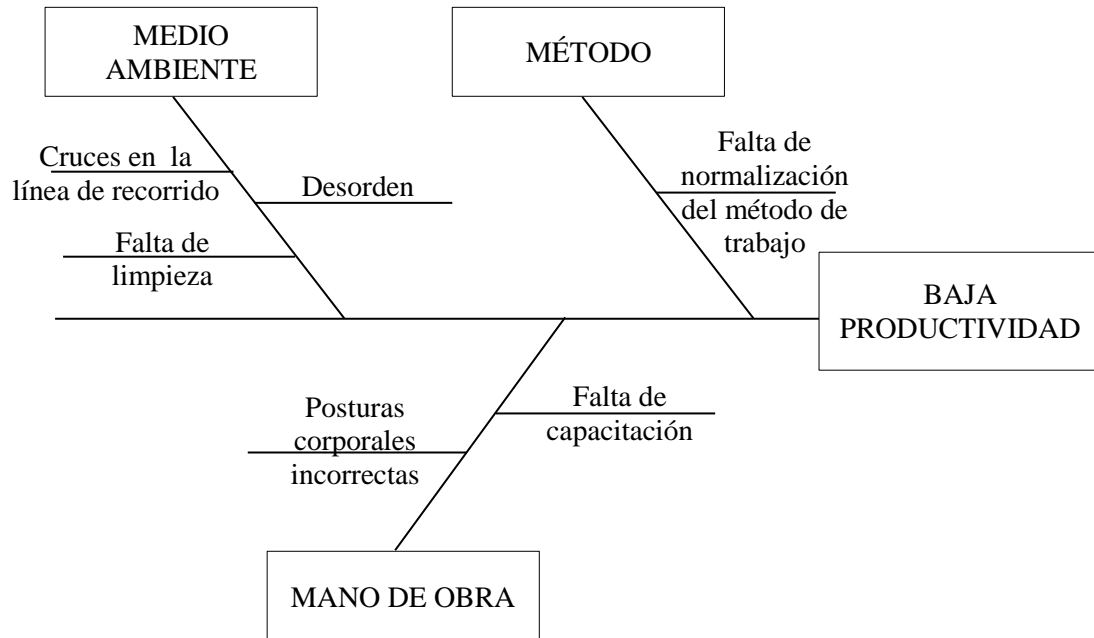
Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que en estos resultados no se ha considerado el tiempo que las piezas puedan estar en espera del operario para ser llevadas a otra área.

- **Cuello de Botella:** En la anterior tabla 18 se observa que el cuello de botella está representada por la operación de ensamble, con un tiempo de 144,65 minutos en el ropero básico y 54,02 minutos en el caso del escritorio lineal.

IV. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS

4.1 PROBLEMA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN



Como se puede observar en el diagrama de causa-efecto, el problema que se presenta en la empresa es la baja productividad, la cual se ve influenciada por tres factores del entorno: método, medio ambiente y mano de obra; las cuales han sido mencionadas en un orden de importancia de mayor a menor.

De cada una de estas variables mencionadas se identificó una serie de posibles causas; encontrándose en el caso de métodos: la falta de normalización del método de trabajo provocando variabilidad en los resultados del proceso e incrementos de tiempos de ejecución de las labores. En el caso del ambiente se identificó que los cruces de las líneas de recorrido, el desorden y la falta de limpieza provocan condiciones que dificultan el desarrollo normal del operario. Finalmente, respecto a la mano de obra se identificó como causas las posturas corporales incorrectas y la falta de capacitación de los operarios.

4.2 CAUSAS Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

4.2.1 Falta de normalización del método de trabajo

Como se muestra en la figura 10, la productividad de la mano de obra presenta variabilidad tanto en la fabricación del ropero con 0,032 unidades por hora-hombre, como en el escritorio con 0,029 unidades por hora-hombre; y es que cada operario de ensamble tiene su propio método de trabajo.

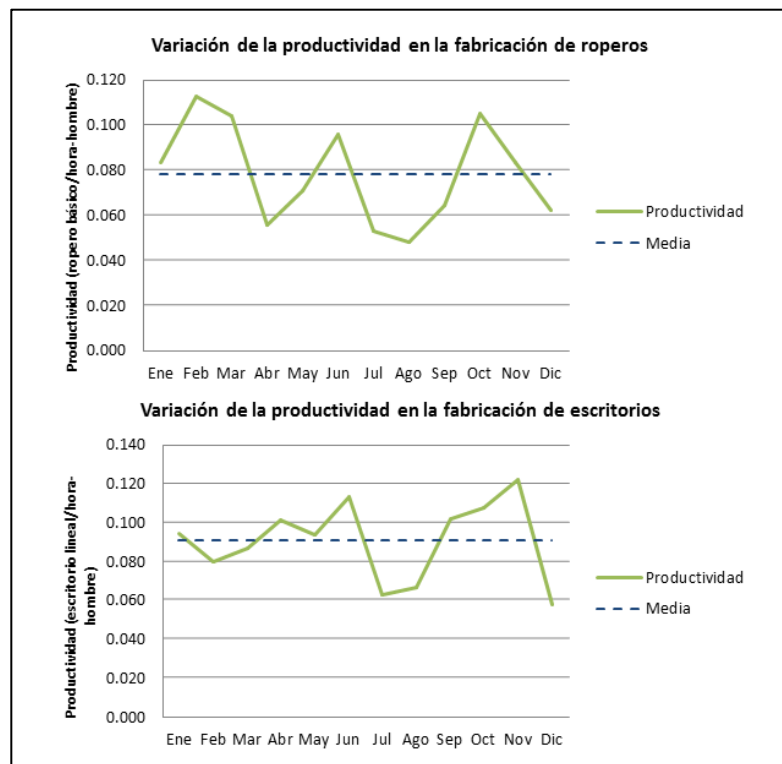


Figura 10: Variación de la productividad

Fuente: Elaboración propia

La falta de normalización en la ejecución se observa al comparar la secuencia de actividades y movimientos realizados de un operario a otro; como ejemplo de ello se adjunta la figura 11 en la cual se detalla la secuencia de acciones desarrolladas durante el ensamblado de las piezas laterales de un cajón, operación que es llevada a cabo para ambos productos.

DIAGRAMA BIMANUAL N° 1					DIAGRAMA BIMANUAL N° 2						
Operación: ensamble de piezas laterales de cajón					Operación: ensamble de piezas laterales de cajón						
Estación: <u>Ensamble</u>		Operario n° 1			Estación: <u>Ensamble</u>		Operario n° 2				
Mano izquierda	Actividades				Mano derecha	Mano izquierda	Actividades				Mano derecha
	▶	▶	●	▶			▶	▶	●	▶	
Alcanza piezas			●		Alcanza piezas	Alcanza piezas			●		Alcanza piezas
Tomar piezas			●		Tomar piezas	Tomar piezas			●		Tomar piezas
Mover piezas		▶		▶	Mover piezas	Mover piezas		▶		▶	Mover piezas
Transporte con carga		▶		▶	Transporte con carga	Transporte con carga		▶		▶	Transporte con carga
	▶		●		Soltar piezas	Soltar piezas			●		Soltar piezas
Soltar piezas			●	▶		Alcanza tornillos			●	▶	
	▶		●		Alcanza tornillos	Tomar tornillos			●		Alcanzar taladro
	▶		●		Tomar tornillos	Mover tornillos		▶		●	Tomar taladro
Tomar tornillos			●		Soltar tornillos	Preposicionar tornillos			●		Mover taladro
Mover tornillos		▶			Alcanzar taladro	Sostener pieza			●		Usar taladro
Sostener tornillo			●		Tomar taladro	Sostener pieza			●		Usar taladro
			●		Mover taladro	Soltar pieza			●		Soltar taladro
Preposicionar tornillos			●		Usar taladro	Alcanzar pieza			●		Alcanzar pieza
Sostener pieza			●			Tomar pieza			●		Tomar pieza
Soltar pieza			●		Soltar taladro				●		Soltar pieza
Alcanzar pieza			●	▶		Preposicionar pieza			●		Alcanzar taladro
Tomar pieza			●		Tomar pieza	Preposicionar pieza			●		Tomar taladro
			●		Preposicionar pieza	Soltar pieza			●		Mover taladro
Preposicionar pieza			●		Alcanzar taladro				●		Ensamblar piezas
			●		Tomar taladro				●		
			●		Mover taladro				●		
			●		Ensamblar piezas				●		

Figura 11: Diagrama Bimanual del ensamble de piezas laterales de cajón por operario

Fuente: Elaboración Propia

En el diagrama bimanual 01 se observa que el operario pasa los elementos de una mano a otra, movimientos innecesarios que incrementan el tiempo de ciclo y que, a la larga, producen fatiga y disminución de la productividad por la repetitividad de las acciones. Dichas observaciones han sido sombreadas con la finalidad de facilitar su identificación. A comparación de este, el operario del diagrama bimanual 02 distribuye sus movimientos de forma proporcional.

Propuesta de Mejora: Estandarización del proceso

Como propuesta se plantea estandarizar el proceso productivo, ya que la interacción de los operarios se ve reflejada no sólo en los tiempos requeridos sino también en la calidad del producto final. Se definirá cuáles son las operaciones esenciales a realizar y el modo en que deben ejecutarse. Esta acción abarca desde materiales y equipos hasta métodos y conocimientos.

Para llevar a cabo esta mejora, se observará a los miembros que realizan las tareas y se seleccionará el método más efectivo para la fabricación de estos productos: se evaluará cuáles son las actividades que agregan valor y aquellas que no; de estas últimas se buscará reducirlas, simplificarlas, combinarlas o eliminarlas. Una vez acordado el mejor método se procederá a elaborar la documentación de los procesos estandarizados.

Propuesta de mejora: Hojas de instrucción

Forma parte de la documentación del proceso estandarizado. El objetivo es describir con claridad las actividades necesarias para la elaboración del armado de los productos de tal forma que todos los operarios capten con la misma precisión las indicaciones y se estandarice tanto el tiempo como el resultado del proceso. La estructura y formato de las hojas de instrucción serán adaptadas a las necesidades del personal de la organización teniendo en cuenta la complejidad del trabajo, de los métodos utilizados y de la formación recibida.

4.2.2 Desorden y falta de limpieza

Para llevar a cabo las actividades de corte, el operario requiere hacer una previa limpieza de la maquinaria con la finalidad de facilitar la ejecución de dicha etapa. Sin embargo, en la empresa no se ha inculcado a los operarios una cultura de orden y limpieza, por lo cual los restos de polvo y astillas provenientes de la melamina cortada son solo removidos hacia un costado por los trabajadores como se puede observar en la figura 12.



Figura 12: Falta de limpieza y desorden

Fuente: Empresa Fabricaciones Leoncito S.A.C.

Como se muestra en la figura, esto no sólo se da en esta etapa sino también en la fase de ensamble ya que, al no existir un espacio físico únicamente destinado al ensamblado de piezas; las herramientas y materiales empleados en la fabricación de ambos productos se hayan regados, actuando estos como obstáculos los cuales generan pérdidas de tiempo.

Propuesta de Mejora: Herramientas y fundamentos de orden y limpieza

Se debe aplicar fundamentos de orden y limpieza, para hacer de la empresa un lugar limpio, ordenado y con un grato ambiente de trabajo. Se debe realizar un inventario de las cosas que requiere cada actividad y se debe separar lo que es necesario de lo que no. Pero la implementación no servirá de nada si no se trata de mantener constantemente. Por tal razón, se realizará una capacitación a los operarios con la finalidad de que estos entiendan la importancia de mantener el buen estado de la empresa.

4.2.3 Cruces en la línea de recorrido

En las figuras 08 y 09 se puede observar cruces en la línea de recorrido, ello debido a que las estaciones de trabajo están distribuidas sin tener en cuenta la relación entre ambientes; ejemplo claro de ello es la distancia que existe entre los puestos de ensamble con los almacenes, el cual es de 22 m. Esta causa conlleva también a que se incurra en demoras, ya que la disposición de las áreas impide al operario encargado de llevar las piezas canteadas a ensamble visualizar su disponibilidad. A esto se suma la presencia de espacios angostos para el recorrido como se observa en la figura 13 lo que provoca retrasos en la producción.



Figura 13: Espacio angostos

Fuente: Empresa Fabricaciones Leoncito S.A.C.

Propuesta de mejora: Redistribución de planta

Se plantea como propuesta la elaboración de un rediseño de planta que tenga en consideración el flujo secuencial del producto así como la relación entre ambientes para reducir los movimientos de traslado realizados. Además, se tendrá en cuenta el área que es requerido por cada puesto de trabajo ordenado, productivo y seguro empleando para ello el método Guerchet, que además confirmará la posibilidad del cambio de ubicación de las estaciones. Adicional a esta propuesta, se eliminará la repetitividad de la ida a almacén de insumos mediante un estante para accesorios en cada puesto de ensamble.

4.2.4 Posturas corporales incorrectas

La postura corporal que el operario toma al ejecutar sus actividades no se ve favorecido por las condiciones del ambiente de trabajo. Ejemplo claro de ello son las mesas de la estación de ensamble, presentes en la figura 14, las cuales presentan alturas que van en un rango de 1m.



Figura 14: Posturas durante la ejecución de las actividades

Fuente: Empresa Fabricaciones Leoncito S.A.C

Propuesta de mejora: Condiciones ergonómicas en mesas de trabajo

Se identificará la medida adecuada para el desarrollo de este tipo de trabajo en relación a la altura de los trabajadores de ensamble buscando evitar de dicha forma la fatiga o incomodidad de los operarios para la ejecución normal de sus actividades.

4.2.5 Falta de capacitación

Para identificar el grado de formación y capacitación con el que cuentan los 16 trabajadores de producción se les aplicó un cuestionario, adjuntado en el anexo 03, con la finalidad de determinar su requerimiento. Después de aplicar el cuestionario se determinó el 24% de los trabajadores cuentan con estudios superiores, el 50% con estudios secundarios terminados y el 25% con tan solo estudios primarios; de este último dato, el 19% corresponde a operarios. Los operarios representan el 31% de los trabajadores que presentan estudios secundarios como se observa en la figura 15.

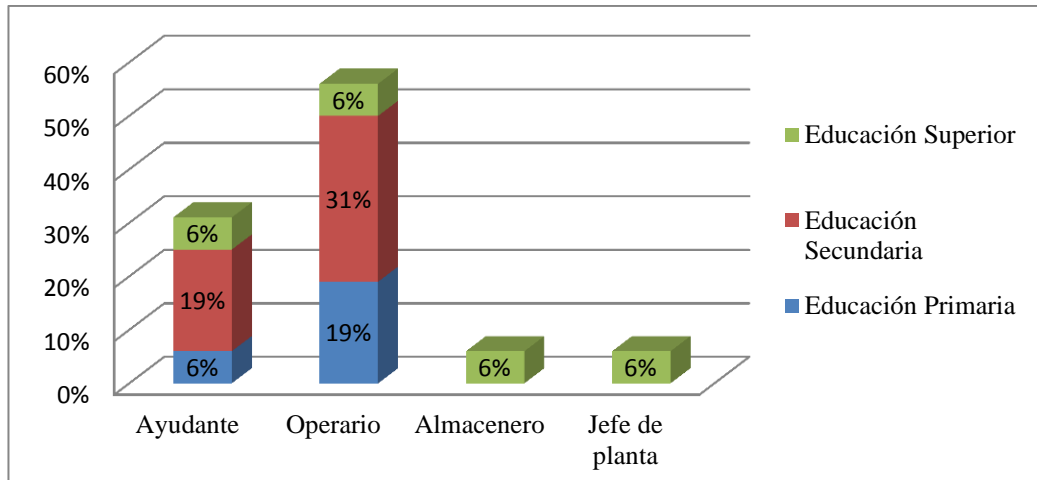


Figura 15: Grado de educación de los trabajadores de producción

Fuente: Elaboración propia

De los 16 trabajadores encuestados, el 69% no ha recibido ningún tipo de capacitación por parte de la empresa como se muestra en la figura 16, de los cuales el 31% no tiene experiencia previa en la rama, demostrándose la necesidad de al menos impartir una inducción. Esta carencia se visualiza con la ejecución de las actividades en la fase de ensamble, ya que los ayudantes recaen en acciones innecesarias como el marcado de piezas.

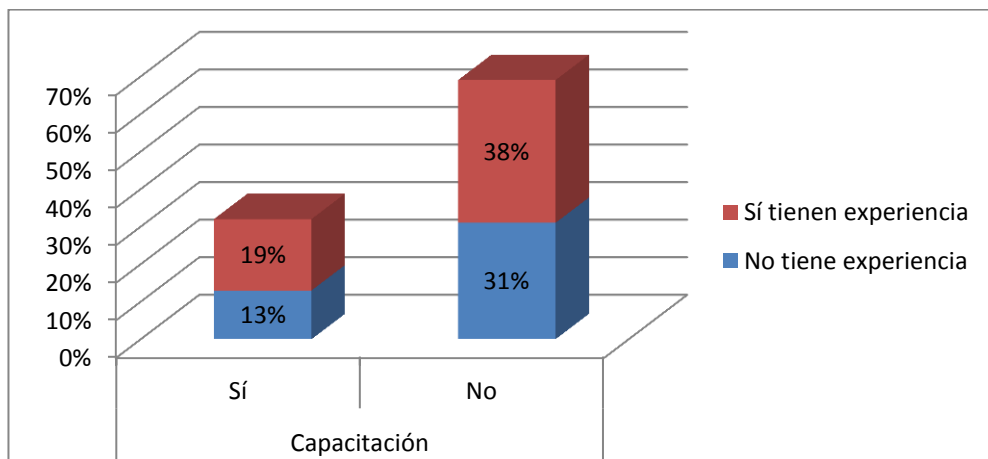


Figura 16: Experiencia laboral y capacitación de los trabajadores

Fuente: Elaboración propia

El 19% de estos trabajadores vienen trabajando cerca de 6 a 8 años, periodo de tiempo durante el cual no han recibido ninguna capacitación hasta el momento como detalla la figura 17.

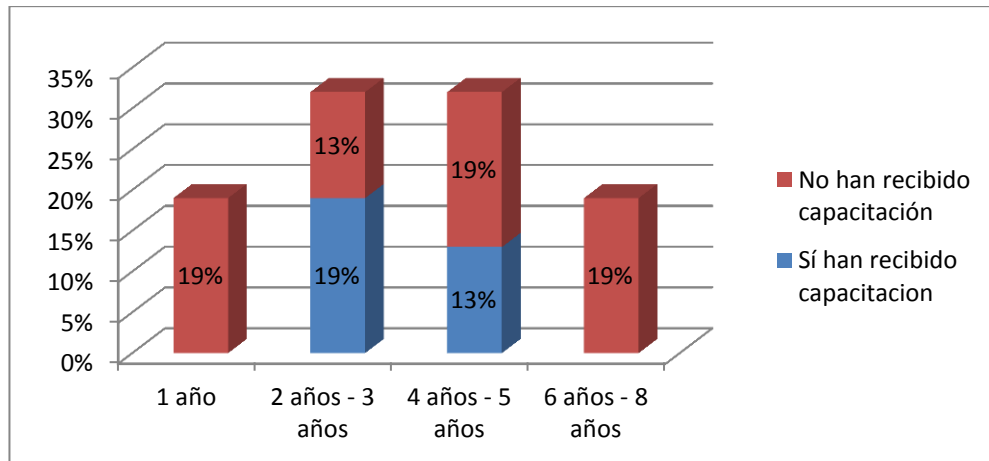


Figura 17: Años de labor en la empresa Fabricaciones Leoncito S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

Propuesta de mejora: Capacitación del personal

Esta situación debe ser vista como una oportunidad para promover la tecnología y la innovación en la empresa así como la superación y cualificación en los empleados.

Se elaborará un plan de capacitación que busque preparar a los operarios con los métodos más adecuados, para que de dicha forma la empresa logre alcanzar la mayor productividad. Se definirá un cronograma de cursos regulares en los cuales se especifique el número de horas correspondientes y los responsables en cada caso.

V. **DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN**

Realizado el diagnóstico actual del proceso y habiendo ya identificado las causas que originan el problema, se procederá a desarrollar las propuestas de solución.

5.1 ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Sabiendo que con la estandarización se logra unificar el modo de ejecución y las condiciones de un proceso para producir resultados consistentes, es que se tomó esta estrategia como punto de partida para la mejora.

Esta técnica requiere de una base de observación, por lo cual se partió de las tres mediciones preliminares realizadas para ambos productos con el objetivo de determinar el número de observaciones necesarias a realizar. Para esto se tomó en consideración un intervalo de confianza del 95,4%, cuyo coeficiente corresponde a 40. Con estos datos se logró definir que son 6 el número de observaciones requeridas para el caso del ropero y 11 para el escritorio lineal.

Ropero básico

$$N = \left[\frac{40 * \sqrt{3 * 151,73 - (21,3)^2}}{21,3} \right]^2 = 5,34 = 6 \text{ observaciones}$$

Escritorio lineal

$$N = \left[\frac{40 * \sqrt{3 * 444,26 - (36,39)^2}}{36,39} \right]^2 = 10,32 = 11 \text{ observaciones}$$

Luego de determinar el número de observaciones, era necesario identificar de quien tomar dicha información; por lo cual se analizó la productividad tanto de los 2 operarios de corte como de los 6 maestros de obra para la elaboración de ambos productos con la finalidad de determinar las personas que realizan sus funciones en el menor tiempo posible y con buenos resultados para posteriormente evaluar sus métodos de trabajo.

Se recolectó información sobre la productividad de los operarios en una cantidad de toma de tiempos correspondiente al número de observaciones halladas por muestreo del trabajo para cada producto. Como promedio de la recolección de esos datos, presentes en los anexos 04 y 05, se determinó que tanto para la elaboración del ropero como del escritorio el operario de corte n°1 presenta mayor productividad. En el ensamblaje del ropero quien presenta mayor productividad es el operario n°5 y el operario n°4 en los escritorios lineales como se resume en la tabla 19.

Tabla 19: Productividad de operarios de corte y maestros de obra

Operarios	Metro cortados por minuto (m/min)	
Operarios de Corte	Ropero	Escritorio
Operario n°1	7,96	10,73
Operario n°2	7,82	10,37
Operarios	Minutos por unidad producida (min/unid)	
Maestros de obra	Ropero	Escritorio
Operario n°1	67,3	47,7
Operario n°2	62,3	52,6
Operario n°3	66,2	48,1
Operario n°4	56,2	44,2
Operario n°5	53,8	49,7
Operario n°6	64,8	50,1

Fuente: Elaboración Propia

A estos operarios se les realizó un seguimiento, el cual consistió en la definición de la secuencia de actividades que realizan para la elaboración de ambos productos y la medición de tiempos que involucra todo el proceso. Todo ello realizado con el propósito de determinar las variantes de tiempo y sus motivos, logrando así identificar las actividades innecesarias que podrían ser eliminadas o simplificadas dentro del método de trabajo.

Mediante dicha observación y el análisis de las tareas se pudo elaborar una comparación de métodos que permitió el reconocimiento de las actividades innecesarias o posibles de simplificar en la elaboración de los dos muebles de melamina en mención y que se detallan en la tabla 20 que se adjunta a continuación.

En este cuadro se indican las tareas a mejorar con sus respectivas soluciones que aplican tanto para la fabricación del ropero básico como del escritorio lineal ya que en sí el proceso y los movimientos son muy similares.

Tabla 20: Análisis de tareas del proceso de fabricación del ropero y escritorio

Tarea	Descripción	Solución
Demora	El operario encargado de llevar las piezas canteadas a ensamble no está al tanto de la disponibilidad de dichas piezas ya que no visualiza su finalización debido a la distribución de las estaciones.	Simplificación del tiempo mediante la redistribución de planta (ver página 91-92)
Marcar intersecciones	Esta actividad que conlleva 4 minutos en promedio puede ser segmentada en las tareas directas de ensamble.	Eliminación de la tarea mediante capacitación del personal en armado con moldes predeterminados (ver página 99-102)
Armado del mueble	La productividad de la mano de obra presenta variabilidad y es que cada operario de ensamble tiene su propio método de trabajo debido a la falta de su normalización.	Simplificación de movimientos mediante hojas de instrucción en el área de ensamble (ver página 93-98)
	La altura de un 1m de las mesas empleadas no favorece el desarrollo normal de sus actividades.	Simplificación del tiempo mediante el uso de mesas de trabajo según condiciones ergonómicas (ver página 86)

Transporte	No existe un espacio únicamente destinado al ensamble. Las herramientas, piezas y materiales empleados se hayan regados y no en los puestos de trabajo.	Eliminación de transportes mediante fundamentos de orden y limpieza, así como el método de Guerchet (ver página 85-90)
	Los puestos de ensamble se encuentran a 22 m de los almacenes, tanto de los insumos como del producto terminado.	Eliminación de la repetitividad de la ida a almacén de insumos mediante el uso de un estante para accesorios en cada puesto de ensamble (ver página 89).
		Simplificación del tiempo mediante la redistribución de planta (ver página 91-92)

Fuente: Elaboración propia

Con la puesta en marcha de dichas soluciones es que se logra la simplificación y mejora del método de trabajo lo cual trae como consecuencia la reducción del tiempo de ciclo del proceso. Con este nuevo dato es que se procederá a realizar las nuevas mediciones de tiempo para establecer los estándares de trabajo.

Como ya se había mencionado anteriormente en la página 38, Niebel y Freivalds (2009) mencionan que la compañía General Electric estableció una relación entre el tiempo de ciclo de un proceso y el número de veces que este sería recomendable observar para determinar su tiempo promedio. Esta información se muestra en la tabla 06 y según la cual se volvió a determinar que las observaciones a realizar al proceso eran 3 para realizar los cálculos pertinentes. Estas observaciones realizadas se detallan en el anexo 06 y 07, con los cuales se determinó un tiempo promedio que se empleó para la elaboración de los diagramas de análisis y posteriormente para determinar el tiempo estándar final.

a. Diagrama de análisis de procesos propuesto para el ropero básico

El nuevo método de trabajo se adjunta en el siguiente diagrama de análisis que se muestra en la figura 18.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS PROPUESTO					
Diagrama N°: 03 Objeto del diagrama: fabricación de roperos Operarios responsables:		RESUMEN			
		FUNCIONES	CANT.	TIEMPO (min)	TOTAL DE FUNCIONES
		Operaciones	29	83,2	TIEMPO TOTAL (min)
		Transporte	10	10,5	DISTANCIA TOTAL (m)
					41
Corte	Daniel Maldonado F.	Retrasos	1	13,3	FIRMA
Canteado	Marlon Ludeñas N.	Inspección	1	6,3	
Ensamble	Giancarlos Ventura	Almacenamiento	-	-	

N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES						TIEMPO (s)	DIST. (m)	OBSERVACIONES
		→	●	▶	■	▣	▼			
1	Seleccionar plancha		●					150		
2	Transportar a cortadora	→						30	4	
3	Limpiar la cortadora		●					5		
4	Cargar la cortadora		●					5		
5	Calibrar/ Programar la cortadora		●					325		
6	Cortar plancha		●					300		
7	Descargar piezas		●					325		
8	Transportar a canteadora	→						120	7	
9	Cargar canteadora		●					20		
10	Programar canteadora		●					10		
11	Acondicionar piezas		●					380		
12	Cantear piezas		●					710		
13	Inspeccionar el canteado				■			380		
14	Demora: Piezas en espera			▶				800		
15	Transportar a ensamble	→						200	12	
16	Ensamblar zócalos a pieza lateral		●					67		
17	Traer pieza base inferior	→						15	1,5	
18	Ensamblar pieza base inferior		●					40		
19	Ensamblar 3 divisiones pequeñas		●					75		
20	Ensamblar división horizontal a la vertical		●					143		
21	Ensamblar a semimarco elaborado		●					108		
22	Gírar de posición lo ensamblado		●					33		
23	Traer pieza lateral restante	→						20	1,5	
24	Ensamblar pieza lateral		●					114		
25	Ensamblar división lateral restante		●					62		
26	Colocar deslizadores		●					75		
27	Traer fondo de ropero	→						30	8	
28	Colocar fondo al ropero		●					37		
29	Traer base superior	→						27	2	
30	Ensamblar base superior		●					154		
31	Ensamblar fondo al ropero		●					306		
32	Traer laterales de cajones	→						70	1,5	
33	Armar cajones		●					380		
34	Ensamblar correderas a los cajones y al ropero		●					212		
35	Colocar cajones en el ropero		●					22		
36	Ensamblar puertas		●					291		
37	Ensamblar frente del cajón		●					280		
38	Ensamblar tubo para colgar		●					20		
39	Ensamblar jaladores		●					55		
40	Dar acabado		●					290		
41	Transportar a almacén	→						115	17	
TOTAL								6801	54,5	

Figura 18: Cursograma analítico propuesto para el proceso de elaboración del ropero básico

Fuente: Elaboración Propia

Cabe resaltar que los tiempos que se observan son promedio de las tres mediciones realizadas como se detalla en el anexo 06.

A partir de este diagrama podemos visualizar que un ropero requiere de aproximadamente 2 horas para ser terminado. En este tiempo se incluye todos los movimientos realizados por los operarios en los cuales se puede observar que, gracias a la aplicación de fundamentos de ergonomía, orden y limpieza se logró la eliminación de 5 actividades de transporte y la simplificación de otras operaciones, ejecutándose en total 41 actividades de las 49 iniciales que se mostraban en el diagrama de análisis de proceso actual.

Tabla 21: Valores para el cálculo del porcentaje de tareas productivas e improductivas del ropero básico

Resumen	
Suma total del tiempo de las operaciones	113,4 min
Suma del tiempo de transporte	10,5 min
Suma del tiempo de espera de piezas	13,3 min
Suma del tiempo de operaciones	83,2 min
Suma del tiempo de inspección	6,3 min

Fuente: Elaboración propia

$$\textit{Tareas improductivas} = \textit{Transporte} + \textit{Retraso} = (10,5 + 13,3) \textit{ min}$$

$$\% \textit{Tareas improductivas} = \frac{10,5 \textit{ min} + 13,3 \textit{ min}}{113,4 \textit{ min}} \times 100 = 21\%$$

$$\% \textit{Tareas productivas} = \frac{83,2 \textit{ min} + 6,3 \textit{ min}}{113,4 \textit{ min}} \times 100 = 79\%$$

Mediante la suma de los tiempos de transporte y la espera de piezas que se detallan en la tabla 21, se pudo determinar que estas tareas improductivas representan el 21% del tiempo total de la fabricación del ropero básico, alcanzándose un aumento del 5% de las actividades productivas con este tiempo.

b. Diagrama de análisis de procesos propuesto para el escritorio lineal

De igual manera, para el caso del escritorio lineal resulta un nuevo método de trabajo el cual se adjunta en el siguiente diagrama de análisis que se muestra en la figura 19, con los tiempos promedios que se detallan en el anexo 07.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS PROPUESTO					
Diagrama N°: 04 Objeto del diagrama: fabricación de escritorio Operarios responsables:		RESUMEN			
		FUNCIONES	CANT.	TIEMPO (min)	TOTAL DE FUNCIONES
		Operaciones	20	54,3	TIEMPO TOTAL (min)
		Transporte	4	9,4	DISTANCIA TOTAL (m)
Corte	Daniel Maldonado F.	Retrasos	1	10,0	FIRMA
Canteado	Marlón Ludeñas N.	Inspección	1	6,2	
Ensamble	Elky Grados M.	Almacenamiento	-	-	

N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES						TIEMPO (s)	DIST. (m)	OBSERVACIONES
		➡	●	▶	■	▣	▼			
1	Seleccionar plancha							90		
2	Transportar a cortadora	➡						12	4	
3	Limpiar la cortadora		●					10		
4	Cargar la cortadora		●					8		
5	Calibrar/ Programar la cortadora		●					525		
6	Cortar plancha		●					200		
7	Descargar piezas		●					240		
8	Transportar a canteadora	➡						80	7	
9	Cargar canteadora		●					20		
10	Programar canteadora		●					10		
11	Acondicionar piezas		●					280		
12	Cantear piezas		●					720		
13	Inspeccionar el canteado				■			370		
14	Demora: Piezas en espera			▶				600		
15	Transportar a ensamble	➡						240	12	
16	Ensamblar parantes a tablero		●					90		
17	Ensamblar mandil		●					47		
18	Ensamblar división vertical		●					33		
19	Colocar correderas		●					85		
20	Armar cajones		●					325		
21	Colocar correderas a cajones		●					128		
22	Colocar jaladores a los cajones		●					60		
23	Ensamblar cajones		●					42		
24	Colocar chapa al cajón principal		●					225		
25	Dar acabado		●					120		
26	Transportar a almacén	➡						230	17	
TOTAL								4790	40	

Figura 19: Cursograma analítico propuesto para el proceso de elaboración del escritorio lineal

Fuente: Elaboración Propia

A partir de este diagrama podemos visualizar que un escritorio requiere de aproximadamente 1 hora y 20 minutos para ser terminado. En este tiempo se incluye todos los movimientos realizados por los operarios en los cuales, gracias a la aplicación de fundamentos de ergonomía, orden y limpieza se logró la eliminación de 2 actividades de transporte y la simplificación de otras operaciones, ejecutándose en total 26 actividades de las 31 iniciales que se mostraban en el diagrama de análisis de proceso actual.

Tabla 22: Valores para el cálculo del porcentaje de tareas productivas e improductivas del ropero básico

Resumen	
Suma total del tiempo de las operaciones	79,8 min
Suma del tiempo de transporte	9,4 min
Suma del tiempo de espera de piezas	10 min
Suma del tiempo de operaciones	54,3 min
Suma del tiempo de inspección	6,2 min

Fuente: Elaboración propia

$$\textit{Tareas improductivas} = \textit{Transporte} + \textit{Retraso} = (9,4 + 10) \textit{ min}$$

$$\% \textit{Tareas improductivas} = \frac{9,4 \textit{ min} + 10 \textit{ min}}{79,8 \textit{ min}} \times 100 = 24\%$$

$$\% \textit{Tareas productivas} = \frac{54,3 \textit{ min} + 6,2 \textit{ min}}{79,8 \textit{ min}} \times 100 = 76\%$$

Mediante la suma de los tiempos de transporte y la espera de piezas que se detallan en la tabla 22, se pudo determinar que estas tareas improductivas representan el 24% del tiempo total de la fabricación del escritorio lineal, alcanzándose un aumento del 6% de las actividades productivas con este tiempo.

Habiendo hallado el tiempo promedio de las actividades, es posible realizar el cálculo respectivo para hallar los valores estándares que corresponden a cada una de estas tareas.

Lo primero a realizarse es el proceso de valoración del ritmo de trabajo, que corresponde al desempeño de cada operario. Como base se consideró la norma británica de escala 0-100 que se observa en la tabla 23.

Tabla 23: Escala británica 0-100 sobre valoración de ritmo

Escala				Actividad	Velocidad	
60-80	75-100	100-133	0-100		(mi/h)	(km/h)
0	0	0	0	Ninguna		
40	50	67	50	Muy lento, inseguro y movimientos torpes	2	3,2
60	75	100	75	Actividad normal, constantes, sin prisas pero no pierde tiempo, bien dirigido y controlado. No sujeto a incentivos de producción	3	4,8
80	100	133	100 (Ritmo tipo)	Actividad óptima o ritmo tipo, activo, capaz, obrero cualificado medio, incentivado, alcanza el nivel de calidad exigido.	4	6,4
100	125	167	125	Gran seguridad, coordinación y destreza, muy rápido. Por encima del operario cualificado medio.	5	8
120	150	200	150	Extraordinariamente rápido, pero sólo en cortos periodos de tiempo.	6	9,6

Fuente: Oficina Internacional del Trabajo, 2010

Para determinar el tiempo normal que este representa se calculó el producto de los valores de tiempo promedio de cada actividad con su factor de valoración especificados en la tabla 24.

Tabla 24: Tiempos normales de las actividades para la fabricación del ropero y el escritorio

Actividades	Ropero básico			Escritorio Lineal		
	Tiempo promedio (min)	Factor de valoración	Tiempo Normal (min)	Tiempo promedio (min)	Factor de valoración	Tiempo Normal (min)
Selección	2,50	0,80	2,00	1,50	0,80	1,20
Transporte	0,50	0,95	0,48	0,20	0,95	0,19
Limpieza	0,08	0,90	0,08	0,17	0,90	0,15
Carga	0,08	0,95	0,08	0,13	0,95	0,13
Calibrado	5,42	0,90	4,88	8,75	0,90	7,88
Cortado	5,00	0,90	4,50	3,33	0,90	3,00
Descarga	5,42	0,75	4,06	4,00	0,75	3,00
Transporte	2,00	0,75	1,50	1,33	0,75	1,00
Cargar	0,33	0,90	0,30	0,33	0,90	0,30
Cantado e Inspección	24,67	0,85	20,97	23,00	0,85	19,55
Transporte	3,33	0,85	2,83	4,00	0,85	3,40
Ensamble	48,77	1,25	60,96	19,25	1,25	24,06
Transporte	1,92	0,90	1,73	3,83	0,90	3,45

Fuente: Elaboración propia

A este tiempo es necesario agregarle un porcentaje de suplementos que incluye aspectos como necesidades personales, fatigas, demoras, etc. Como base se tomaron los valores especificados en el sistema de suplementos por descanso, expresados en porcentajes de los tiempos básicos.

Los valores determinados para la empresa se detallan en la tabla 25, los cuales aplican tanto para la elaboración del ropero básico como para el escritorio lineal.

Tabla 25: Sistema de Suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos básicos

Suplementos (%)														
#	Elementos	Constantes		Variables										%
		NP	F	TP	PA	IP	IL	CA	TV	TA	TM	MM	MF	
1	Selección	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
2	Transporte	5	4	2	0	68	0	0	0	0	0	0	0	79
3	Limpieza	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
4	Carga	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
5	Calibrado	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	15
6	Cortado	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
7	Descarga	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	15
8	Transporte	5	4	2	2	6	0	0	0	0	0	0	0	19
9	Cargar	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	15
10	Cantado e Inspección	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	2	15
11	Transporte	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
12	Ensamble	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
13	Transporte	5	4	2	0	19	0	0	0	0	0	0	0	30
14	Almacenado													

Leyenda				
NP	Necesidades personales		CA	Calidad del aire
F	Fatiga		TV	Tensión visual
TP	Trabajo de pie		TA	Tensión auditiva
IP	Levantamiento de peso		TM	Tensión mental
PA	Postura anormal		MM	Monotonía mental
IL	Intensidad luminosa		MF	Monotonía física

Fuente: Elaboración propia

Partiendo de los datos de tiempo normal y suplementos calculados, se procedió a identificar el tiempo concedido elemental, el cual fue finalmente multiplicado por la frecuencia de la actividad para hallar el tiempo estándar del método propuesto como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26: Tiempos estándares del método propuesto para el ropero y el escritorio

#	Actividades	Producto	T. Normal (min)	Suplemento	Tiempo concedido elemental (min)	Frecuencia	Tiempo Estándar (min)
1	Selección	Ropero B.	2,00	0,11	2,22	1	2,22
		Escritorio L.	1,20		1,33	1	1,33
2	Transporte	Ropero B.	0,48	0,79	0,85	1	0,85
		Escritorio L.	0,19		0,34	1	0,34
3	Limpieza	Ropero B.	0,08	0,11	0,08	1	0,08
		Escritorio L.	0,15		0,17	1	0,17
4	Carga	Ropero B.	0,08	0,11	0,09	1	0,09
		Escritorio L.	0,13		0,14	1	0,14
5	Calibrado	Ropero B.	4,88	0,15	5,61	1	5,61
		Escritorio L.	7,88		9,06	1	9,06
6	Cortado	Ropero B.	4,50	0,13	5,09	1	5,09
		Escritorio L.	3,00		3,39	1	3,39
7	Descarga	Ropero B.	4,06	0,15	4,67	1	4,67
		Escritorio L.	3,00		3,45	1	3,45
8	Transporte	Ropero B.	1,50	0,19	1,79	1	1,79
		Escritorio L.	1,00		1,19	1	1,19
9	Cargar	Ropero B.	0,30	0,15	0,35	1	0,35
		Escritorio L.	0,30		0,30	1	0,30
10	Canteado e Inspección	Ropero B.	20,97	0,15	24,11	1	24,11
		Escritorio L.	19,55		22,48	1	22,48
11	Transporte	Ropero B.	2,83	0,13	3,20	1	3,20
		Escritorio L.	3,40		3,84	1	3,84
12	Ensamble	Ropero B.	60,96	0,23	74,98	1	74,98
		Escritorio L.	24,06		29,60	1	29,60
13	Transporte	Ropero B.	1,73	0,3	2,24	1	2,24
		Escritorio L.	3,45		4,49	1	4,49
Total de tiempo estándar para el ropero básico							125,27 min
Total de tiempo estándar para el escritorio lineal							79,8 min

Fuente: Elaboración propia

Todo este cálculo se muestra a detalle de la página 105 a la 107. En conclusión el tiempo estándar que conlleva fabricar un ropero es 125,27 minutos y 79,8 minutos para el escritorio lineal.

5.2 REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La propuesta de redistribución se centró en el área de producción; este consistió en ubicar las estaciones de trabajo de acuerdo a la secuencia de fabricación de los productos, invirtiendo la posición de la estación de corte con la de ensamble, siendo la finalidad disminuir las distancias de recorrido y evitar los cruces. Por tanto, se ubicó las dos máquinas escuadradoras encargadas del corte en el inicio, con la finalidad de establecer el punto de partida del proceso. Frente a estos dos equipos se dispuso a la máquina seccionadora. Alrededor de estos tres equipos de corte se colocaron los tableros de melamina, sugiriéndose la delimitación de un almacén de materia prima que permita mantener el insumo cerca de la estación encargada de su uso. Luego, se ubicó la canteadora en una zona media entre las tres máquinas de corte para poder ser esta abastecida con las piezas de forma directa. Finalmente, se dispuso una zona para el área de ensamble la cual se ubicó cerca al almacén de productos terminados tratando de facilitar la actividad de acopio de los artículos ya acabados.

5.2.1 Aplicación del método de Guerchet en la estación de ensamble

En esta última estación de trabajo no solo se consideró importante su reubicación sino también el hecho de establecer el área promedio que debe ocupar cada puesto de ensamble, en el cual se mantenga un orden y disposición para cada elemento. Para ello se utilizó el método de Guerchet, en el cual se tuvo como consideración los datos de la tabla 27.

Tabla 27: Datos de los elementos móviles y fijos de un puesto de ensamblaje

Máquinas	n (Cantidad)	N (número de lados)	Largo (m)	Ancho (m)
Elementos móviles				
Maestro de Obra	1	-	-	-
Elementos fijos				
Mesa de trabajo	1	4	1,60	0,80
Panel de herramientas	1	1	0,60	0,01
Estante de accesorios	1	1	1,00	0,40

Fuente: Elaboración Propia

Para la aplicación de esta metodología es necesario determinar una constante K mediante la altura de los elementos tanto móviles como fijos. Los trabajadores son el elemento móvil de la estación y por tema de ergonomía la idea inicial era que cada empleado tenga su puesto de trabajo a sus propias consideraciones de medida. Sin embargo, al analizar los datos de altura recolectados que se muestran en la tabla 28, se pudo determinar que estos valores solo varían de 1 a 5 centímetros lo cual no genera ninguna diferencia significativa. Es por esta razón que se optó por tomar una altura promedio de 1,58 m.

Tabla 28: Estatura de los maestros de obra

Maestros de obra	Altura (m)
Operario n°1	1,55
Operario n°2	1,58
Operario n°3	1,60
Operario n°4	1,60
Operario n°5	1,58
Operario n°6	1,57
Altura Promedio (m)	1,58
Desviación estándar de datos (cm)	1,90

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de los elementos fijos se ha considerado la altura de una mesa y un estante para accesorios por puesto, los cuales serán adquiridos con la finalidad de cumplir las consideraciones ergonómicas respectivas. De acuerdo a Velasco (2013), la altura óptima para el trabajo pesado está en torno al rango de 75 y 90 centímetros para el caso del hombre. En base a este dato, se ha considerado una medida promedio de 0,8 m para la mesa teniendo en cuenta la altura media de los operarios.

Mediante estos datos se pudo determinar que la constante que debía emplearse era de 0,3.

$$k = \frac{1,58}{(0,8 + 0,5 + 1,8) * 2} = 0,3$$

Como resultado se obtiene que por cada puesto de ensamble se requiera 8,6 metros cuadrados, como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29: Superficie total que requiere un puesto de ensamble

Máquinas	Superficie Estática (m ²)	Superficie de Gravitación (m ²)	Altura (m)	Superficie de evolución (m ²)	Superficie Total (m ²)
Elementos móviles					
Maestro de Obra	-	-	1,58	-	-
Elementos fijos					
Mesa de trabajo	1,2	4,8	0,8	1,5	7,6
Panel de herramientas	0,01	0,01	0,5	0	0,02
Estante de accesorios	0,4	0,4	1,8	0,2	1,0
Total					8,6

Fuente: Elaboración Propia

En el cálculo de los 8,6 m² se considera un pasaje en promedio de 0.8 m. Sin embargo, de acuerdo a lo sugerido por Águila (2005) en su procedimiento de prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales lo ideal es 1,3 metros de distancia entre la mesa y la pared u elementos de la estación. Este valor final es el que se ha tomado y que se puede observar en la figura 20.

Adicional a esta área se ha considerado un área destinada a la ubicación de piezas dentro del puesto de trabajo con la finalidad de evitar las actividades de transporte y disminuir los recorridos.

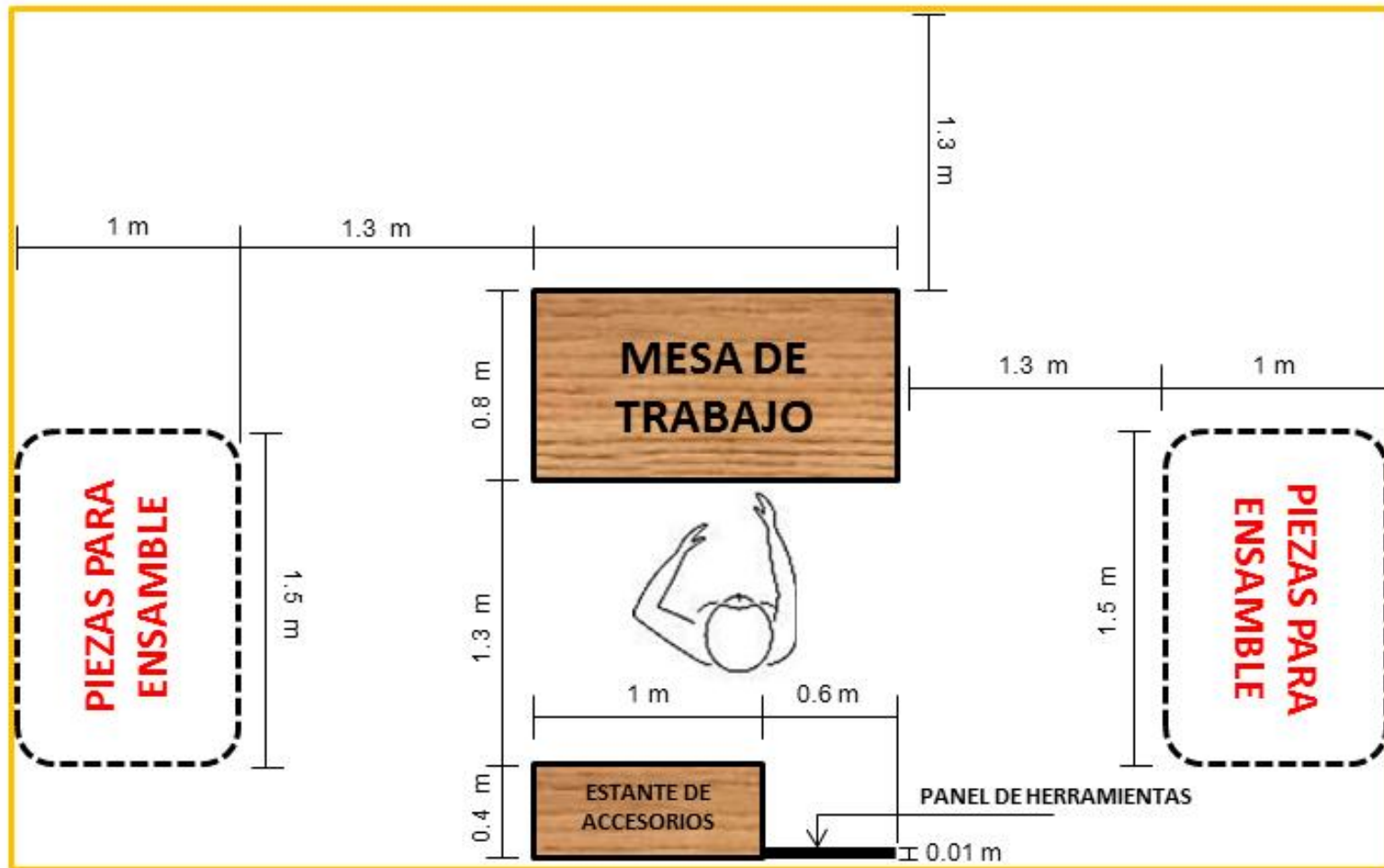


Figura 20: Puesto de ensamble por trabajador

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar dicho espacio físico se consideró el perímetro de la pieza de mayor dimensión dentro de la línea de producción. Como esta área de trabajo no sólo será empleada para el armado de escritorios y roperos, se tomó como referencia los valores máximos registrados en piezas de muebles de melamina. La de mayor dimensión corresponde a la de los separadores de sala con una medida de 1,5 metros por 1 metro, valores que se corroboran con el área destinada a las piezas para ensamble como se visualiza en la figura 20.

5.2.2 Orden y limpieza en la estación de ensamble

Basándonos en el estudio de los tiempos que se invierten para el traslado diario de accesorios así como la oportunidad que existe en la empresa de planificar mejor su producción en base a los tiempos estándar definidos, sería beneficioso que el operario pueda acceder a la cantidad de piezas requeridas para un día de trabajo evitando pérdidas de tiempo en repetitivos traslados a almacén en diferentes momentos del día. Para ello se propone adquirir un estante de accesorios para cada puesto de trabajo, que permita clasificar y organizar los insumos lográndose así el orden y la limpieza necesaria. Por otro lado, se observa la necesidad de instalar un panel de herramientas para ubicarlas de forma ordenada y segura, evitando así potenciales accidentes o pérdidas de tiempo por desconocimiento de la ubicación de los mismos.

5.2.3 Método de Guerchet en la estación de corte y canteado

La reubicación de ambas estaciones se justifica de forma adicional con el cálculo del método de Guerchet como se observa en la tabla 30.

Teniendo en cuenta estas consideraciones de redistribución y ergonomía es que se presentan los diagramas de recorrido propuestos tanto para el ropero básico como para el escritorio que se muestran en las figuras 21 y 22 respectivamente.

Tabla 30: Aplicación del método de Guerchet en la estación de corte y canteado

ESTACIÓN DE CORTE										
Máquinas	n (Cantidad)	N (número de lados)	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie Estática (m ²)	Superficie de Gravitación (m ²)	Altura (h)	Superficie de evolución (m ²)	Superficie Total (m ²)	k
Elementos móviles										$\frac{1,6}{2 * (0,9 + 1,8)} = 0,3$
Maestro de Obra	1	-	-	-			1,6			
Elementos fijos										
Sierra escuadradora	2	2	3,5	2,0	6,8	13,7	0,9	6,0	53,1	
Estante de melamina	4	1	6,0	2,4	14,5	14,5	1,8	8,5	149,8	
Total									202,9	
Los 202,9 m ² de área requerida por método de Guerchet puede ser distribuida a la nueva ubicación la cual disponible de 300 m ² en total.										

ESTACIÓN DE CANTEADO										
Máquinas	n (Cantidad)	N (número de lados)	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie Estática (m ²)	Superficie de Gravitación (m ²)	Altura (h)	Superficie de evolución (m ²)	Superficie Total (m ²)	k
Elementos móviles										$\frac{1,59}{2 * (0,8 + 0,9)} = 0,5$
Maestro de Obra	1	-	-	-			1,59			
Elementos fijos										
Máquina canteadora	1	3	3,8	1,6	6,1	18,24	0,8	11,3	35,6	
Mesa de trabajo	1	4	1,8	0,9	1,6	6,6	0,9	1,5	4,8	
Total									40,5	
Los 40,5 m ² de área requerida por método de Guerchet puede ser distribuida a la nueva ubicación la cual disponible de 60 m ² en total.										

Fuente: Elaboración Propia

a. Diagrama de recorrido propuesto para el proceso productivo del ropero básico

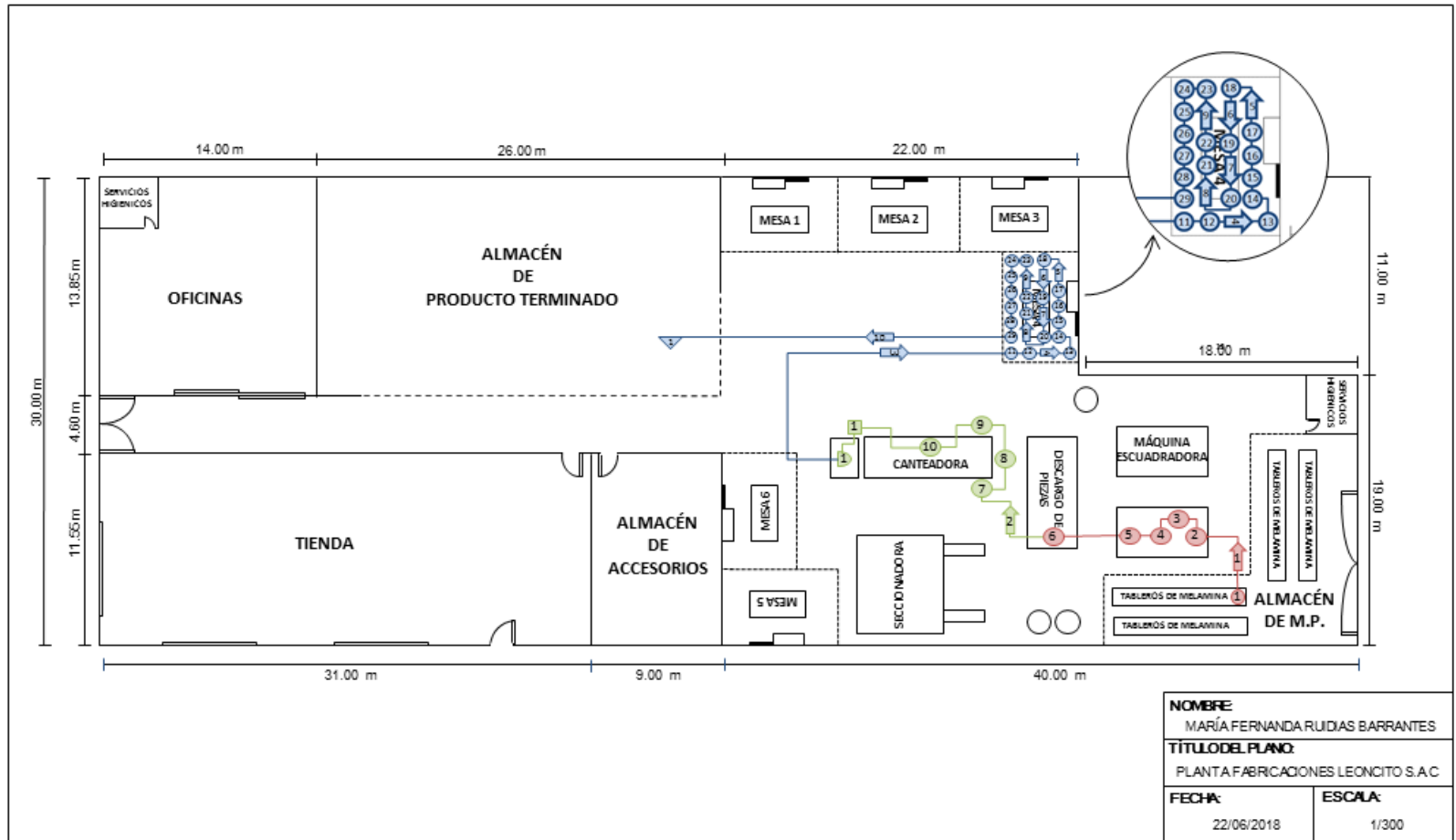


Figura 21: Diagrama de recorrido propuesto para el proceso productivo del ropero básico

Fuente: Elaboración propia

b. Diagrama de recorrido propuesto para el proceso productivo del escritorio lineal

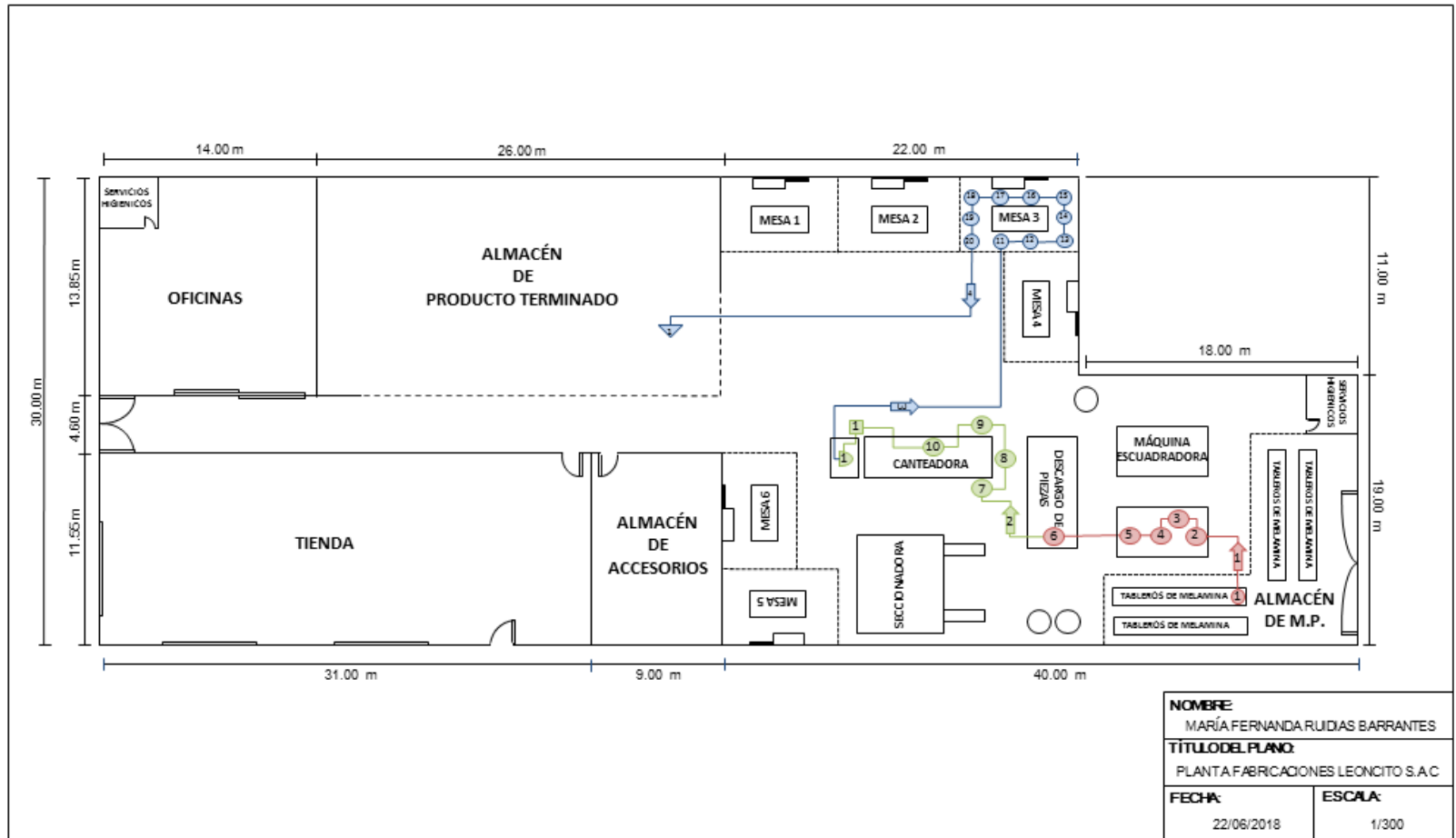


Figura 22: Diagrama de recorrido propuesto para el proceso productivo del escritorio lineal

Fuente: Elaboración propia

5.2 INSTRUCTIVOS DE TRABAJO PARA EL ÁREA DE ENSAMBLE

En el método de trabajo propuesto en los diagramas, el área más influyente en el cambio ha sido la de ensamble ya que dentro de esta se haya el cuello de botella de la producción. Para mantener estandarizados estos tiempos se presentan las siguientes instrucciones de trabajo de cómo llevar a cabo las funciones para la fabricación de ambos productos en esta área en las figuras 23 y 24.

HOJA DE INSTRUCCIÓN DE TRABAJO																												
Operación: Ensamble de ropero básico Operario: Giancarlo Ventura Supervisor: Martín Aldana		Fecha: 19/06/2015 Tiempo estándar: 74,9 min																										
Esquema del sitio del trabajo:		Zona de aplicación:																										
		Área de ensamble Descripción de las condiciones de trabajo: Temperatura: Ambiente (25 °C) Iluminación: De 1000 a 10 000 luxes Recorrido del material o suministro: El material se desplaza dentro de la estación de ensamble y se ubica a los laterales de la estación de trabajo																										
Plantillas:																												
Herramientas disponibles:		Accesorios Requeridos																										
1. Atornillador 2. Taladro 3. Cooter 4. Martillo 5. Escuadra		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Accesorios Requeridos</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tubo ovalado 30*15mm</td><td>1</td></tr> <tr><td>Bisagra lateral cangrejo 35mm</td><td>6</td></tr> <tr><td>Canopla p/tubo redondo</td><td>2</td></tr> <tr><td>Chapa Siso Tambor Cuadrado</td><td>1</td></tr> <tr><td>Corredera powerslide plat.16"</td><td>2</td></tr> <tr><td>Stoboles 4x40</td><td>8</td></tr> <tr><td>Corredera powerslide 20"</td><td>2</td></tr> <tr><td>Deslizador clavo con PVC</td><td>6</td></tr> <tr><td>Jalador barra 13.5 inoxidable</td><td>4</td></tr> <tr><td>Tornillo autorroscante 4.0 x 50</td><td>80</td></tr> <tr><td>Tornillo autorroscante 4.0 x 20</td><td>60</td></tr> <tr><td>Tornillo autorroscante 4.0 x 30</td><td>25</td></tr> </tbody> </table>	Accesorios Requeridos	Cantidad	Tubo ovalado 30*15mm	1	Bisagra lateral cangrejo 35mm	6	Canopla p/tubo redondo	2	Chapa Siso Tambor Cuadrado	1	Corredera powerslide plat.16"	2	Stoboles 4x40	8	Corredera powerslide 20"	2	Deslizador clavo con PVC	6	Jalador barra 13.5 inoxidable	4	Tornillo autorroscante 4.0 x 50	80	Tornillo autorroscante 4.0 x 20	60	Tornillo autorroscante 4.0 x 30	25
Accesorios Requeridos	Cantidad																											
Tubo ovalado 30*15mm	1																											
Bisagra lateral cangrejo 35mm	6																											
Canopla p/tubo redondo	2																											
Chapa Siso Tambor Cuadrado	1																											
Corredera powerslide plat.16"	2																											
Stoboles 4x40	8																											
Corredera powerslide 20"	2																											
Deslizador clavo con PVC	6																											
Jalador barra 13.5 inoxidable	4																											
Tornillo autorroscante 4.0 x 50	80																											
Tornillo autorroscante 4.0 x 20	60																											
Tornillo autorroscante 4.0 x 30	25																											
Elementos de la tarea																												
1. Ensamblar zócalos a pieza lateral Tiempo: 2,1 min	2. Traer pieza base inferior Tiempo: 1,3 min																											

Figura 23: Hoja de instrucción de ensamble de ropero básico

Fuente: Elaboración Propia

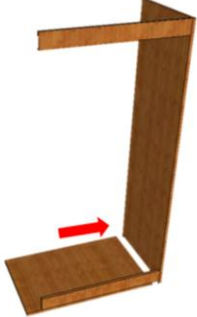

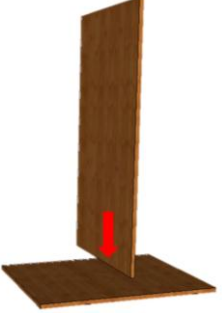
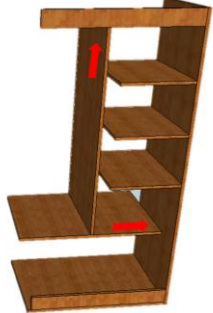

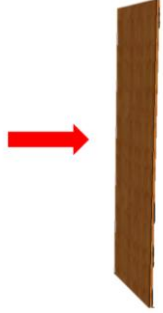
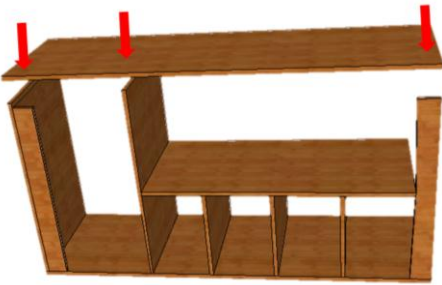
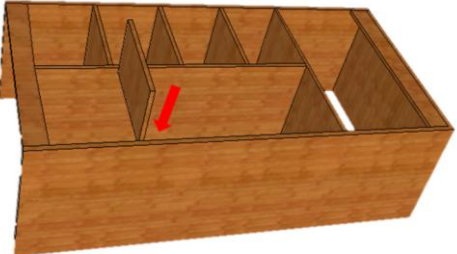
<p>3. Ensamblar pieza base inferior Tiempo: 1,7 min</p>	<p>4. Ensamblar 3 divisiones pequeñas Tiempo: 2,3 min</p>
	
<p>5. Ensamblar división horizontal a la vertical Tiempo: 5,2 min</p>	<p>6. Ensamblar a semimarco elaborado Tiempo: 1,6 min</p>
	
<p>7. Girar de posición lo ensamblado Tiempo: 1,3 min</p>	<p>8. Traer pieza lateral restante Tiempo: 2,9 min</p>
	
<p>9. Ensamblar pieza lateral Tiempo: 1,5 min</p>	<p>10. Ensamblar división lateral restante Tiempo: 2 min</p>
	

Figura 23: Hoja de instrucción de ensamble de ropero básico

Fuente: Elaboración Propia

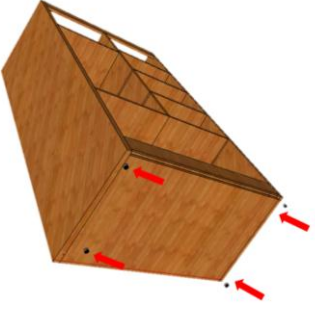




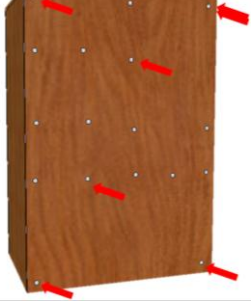
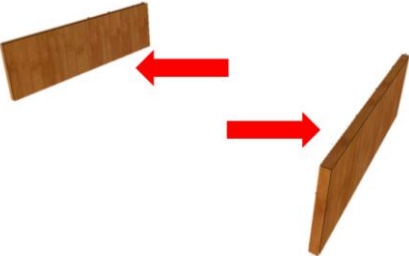
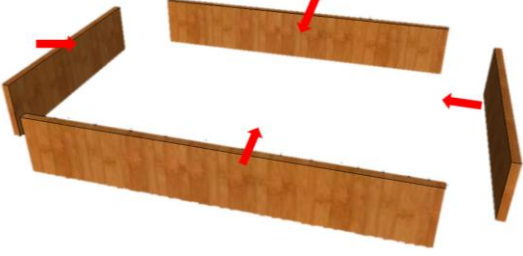
<p>11. Colocar deslizadores Tiempo: 2,3 min</p>	<p>12. Traer fondo de ropero Tiempo: 1,3 min</p>
	
<p>13. Colocar fondo al ropero Tiempo: 1,6 min</p>	<p>14. Traer base superior Tiempo: 1,3 min</p>
	
<p>15. Ensamblar base superior Tiempo: 3,6 min</p>	<p>16. Ensamblar fondo al ropero Tiempo: 6,1 min</p>
	
<p>17. Traer laterales de cajones Tiempo: 2,2 min</p>	<p>18. Armar cajones Tiempo: 9 min</p>
	

Figura 23: Hoja de instrucción de ensamble de ropero básico

Fuente: Elaboración Propia

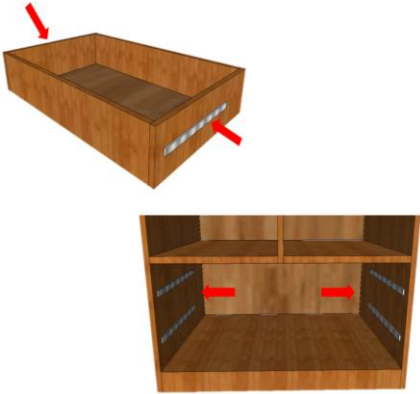





<p>19. Ensamblar correderas a los cajones y al ropero Tiempo: 4,5 min</p>	<p>20. Colocar cajones en el ropero Tiempo: 1,4 min</p>
	
<p>21. Ensamblar puertas Tiempo: 5,9 min</p>	<p>22. Ensamblar frente a cajones Tiempo: 5,7 min</p>
	
<p>23. Ensamblar tubo para colgar Tiempo: 2,3 min</p>	<p>24. Ensamblar jaladores Tiempo: 5,8 min</p>
	

Figura 23: Hoja de instrucción de ensamble de ropero básico

Fuente: Elaboración Propia

HOJA DE INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		
Operación: Ensamble de escritorio lineal	Fecha: 19/06/2015	
Operario: Elky Grados	Tiempo estándar:	
Supervisor: Martín Aldana	29,6 min	
Esquema del sitio del trabajo:	Zona de aplicación:	
	Área de ensamble	
	Descripción de las condiciones de trabajo:	
	Temperatura: Ambiente (25 °C)	
	Iluminación: De 1000 a 10 000 luxes	
	Recorrido del material o suministro:	
El material se desplaza dentro de la estación de ensamble y se ubica a los laterales de la estación de trabajo		
Plantillas:		
Herramientas disponibles:	Accesorios Requeridos	Cantidad
1. Atornillador	Chapa Siso Tambor Cuadrado	2
2. Taladro	Corredera powerslide plat.16"	2
3. Cooter	Stoboles 4x40	6
4. Martillo	Corredera powerslide 20"	4
5. Escuadra	Deslizador clavo con PVC	6
	Jalador barra 13.5 inoxidable	3
	Tornillo autorroscante 4.0 x 50	60
	Tornillo autorroscante 4.0 x 20	40
	Tornillo autorroscante 4.0 x 30	25
Elementos de la tarea		
1. Ensamblar parantes a tablero Tiempo: 2,5 min	2. Ensamblar mandil Tiempo: 1,8 min	

Figura 24: Hoja de instrucción de ensamble del escritorio lineal

Fuente: Elaboración Propia

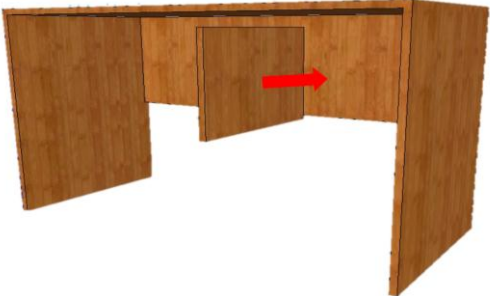

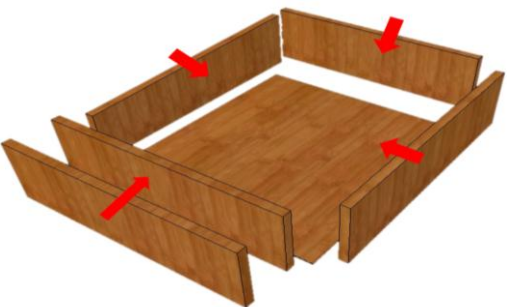





<p>3. Ensamblar división vertical Tiempo: 1,5 min</p>	<p>4. Colocar correderas Tiempo: 2,4 min</p>
	
<p>5. Armar cajones Tiempo: 9,8 min</p>	<p>6. Colocar correderas a cajones Tiempo: 3,1 min</p>
	
<p>7. Colocar jaladores a los cajones Tiempo: 2 min</p>	<p>8. Ensamblar cajones Tiempo: 1,7 min</p>
	
<p>9. Colocar chapa al cajón principal Tiempo: 4,8 min</p>	<p>Producto Terminado</p> 
	

Figura 24: Hoja de instrucción de ensamble del escritorio lineal

Fuente: Elaboración Propia

5.3 PLAN DE CAPACITACIÓN

5.3.1 Objetivo

Gestionar la capacitación de los empleados de la organización Fabricaciones Leoncito S.A.C. para mejorar sus competencias laborales.

5.3.2 Alcance

Todos los empleados de la organización que conforma la empresa Fabricaciones Leoncito S.A.C.

5.3.3 Sesiones y temas del curso de capacitación

El Centro de Innovación Tecnológica de la Madera (CITEmadera) plantea un parámetro promedio de 20 horas de capacitación cuando estas son adaptadas a las necesidades propias de la empresa. En base a este dato y al catálogo de capacitaciones 2013 brindada por la empresa MercaPyme, se definió los temas y las horas de cada sesión, las cuales se detallan en la tabla 31.

Tabla 31: Sesiones de capacitación con sus respectivos temas

Mes	Nº sesión	Título de capacitación	Fecha	Horas
Enero	1	Las 5S's	15/01/2016 16/01/2016	4
	2	Uso, manejo y cuidado de EPP's	29/01/2016	2
Marzo	3	Técnicas básicas de armado	02/05/2016 03/05/2016	6
Mayo	4	10 desperdicios en las empresas	25/03/2016	2
Julio	5	Evacuación y simulacros de sismos	04/07/2016	2
Septiembre	6	7 hábitos de la gente altamente efectiva	16/05/2016	6
Noviembre	7	Supervisión y liderazgo	25/05/2016	6
TOTAL				28

Fuente: Elaboración Propia

5.3.4 Responsable y personal al que va dirigido

Cada sesión tiene un responsable encargado de la gestión administrativa y un público objetivo detallado en la tabla 32.

Tabla 32: Miembros objetivos y responsables de cada sesión

Responsable	Título de sesión	Dirigido a
Gerente de producción	Las 5S's	Todos los miembros
Gerente de producción	Uso, manejo y cuidado de EPP's	Todos los miembros
Jefe de producción	Técnicas básicas de armado	Ensambladores
Gerente de producción	10 desperdicios en las empresas	Todos los miembros
Gerente de producción	Evacuación y simulacros de sismos	Todos los miembros
Gerente de producción	7 hábitos de la gente altamente efectiva	Todos los miembros
Gerente de producción	Supervisión y liderazgo	Supervisores y jefes de todas las áreas

Fuente: Elaboración Propia

5.3.5 Perfil del capacitador

La persona asignada por la empresa capacitadora para dictar las sesiones deberá cumplir con el siguiente perfil:

- **Educación:** Universitaria con grado de Magister o Doctor en Ingeniería Industrial.
- **Experiencia:** 03 años en seguridad y salud en el trabajo.
- **Personalidad:** Sociable, responsable, honesto y adaptable.
- **Competencias básicas:** Liderazgo y manejo de grupos, pedagogía para transmitir la información y análisis de resultados para sugerir e implementar mejoras.

5.3.6 Metodología

El curso es teórico-práctico, acompañado de talleres finales de motivación.

El plan de capacitación está organizado en siete sesiones de dos a seis horas efectivas de capacitación de cada sesión. Para facilitar el aprendizaje, el capacitador utilizará material didáctico en power point para las exposiciones sobre los temas a desarrollar, promoviendo el intercambio y socialización de experiencias sobre los temas expuestos. Como material de apoyo, los participantes recibirán una guía de contenidos por sesión en la cual se incluirá las condiciones básicas y técnicas que aplicarán en el desarrollo de los talleres finales y en el uso posterior en su trabajo diario.

5.3.7 Evaluación

Al finalizar cada curso, el participante será evaluado a través de un examen de conocimientos, comprobando de esta forma el aprendizaje logrado.

$$\text{Nivel de Calificación (A\%)} = \frac{\text{Calificación obtenida en examen}}{\text{Máxima calificación estándar}}$$

Para este indicador se tendrá en consideración los siguientes rangos:

1. Alto: 0,8 -1
2. Medio: 0,6 – 0,7
3. Bajo: < 0,5

El participante estará en la condición de aplicar lo aprendido en sus labores diarias por lo que, mediante observación, será evaluado mediante este indicador:

$$\text{Mejora de la productividad} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de productos}}{\text{horas} - \text{hombre empleadas}}$$

5.3.8 Recursos necesarios

Para el desarrollo de las sesiones, a cada participante se le otorgará:

- 01 Guía de contenidos básicos por cada sesión de capacitación.
- Útiles de escritorio.
- 03 Hojas en blanco para apuntes
- 01 folder por cada sesión de capacitación

5.3.9 Cronograma mensual de capacitación

El mes en el cual será tratado cada tema se menciona en la tabla 33.

Tabla 33: Cronograma de capacitación

Sesiones	2016											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Las 5's												
Uso, manejo y cuidado de EPP's												
Técnicas básicas de armado												
10 desperdicios en las empresas												
Evacuación y simulacros de sismos												
7 Hábitos de la gente altamente efectiva												
Supervisión y liderazgo												

Fuente: Elaboración propia

5.4 INDICADORES PROPUESTOS DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD

a. Producción

Con el nuevo tiempo estándar total de fabricación identificado para cada uno de los productos es que se procedió a calcular la producción tanto del ropero básico como del escritorio lineal. Teniendo en cuenta que para fabricar una unidad de ropero básico es necesario 125,27 minutos (ver página 85), se concluye que por cada minuto se produce 0.0088 de ropero.

$$\text{Producción} = \frac{1 \text{ unidad de ropero básico}}{125,27 \text{ minutos}} = 0,0080 \text{ ropero/min}$$

En el caso del escritorio, considerando que el tiempo estándar para fabricar una unidad de este producto es necesario 79,8 minutos (ver página 85), se concluye que por cada minuto se produce 0,0125 de escritorio lineal.

$$\text{Producción} = \frac{1 \text{ unidad de escritorio lineal}}{79,8 \text{ minutos}} = 0,0125 \text{ escritorio/min}$$

b. Eficiencia económica

El precio de venta del ropero básico es S/. 599,9 nuevos soles. Para lograr la venta de este producto, la empresa incurre en un costo de S/. 203,8 por materiales directos, S/. 69,0 por materiales indirectos y S/. 68,9 por mano de obra directa en el cual se consideró el tiempo y la cantidad de personas requeridas para su elaboración, respondiendo a la siguiente fórmula:

$$2,09 \frac{\text{horas}}{\text{ropero}} \times \left(4 \frac{\text{soles}}{\text{hora} - \text{ayudante}} \times 2 \frac{\text{ayudante}}{\text{ropero}} \right) + \left(5 \frac{\text{soles}}{\text{hora} - \text{operario}} \times 5 \frac{\text{operario}}{\text{ropero}} \right)$$

Con estos datos se determinó que por cada sol que invierte la empresa, esta gana 0,76 céntimos; 30 céntimos más que sin la mejora.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{1 \text{ ropero} \times 599,9 \frac{\text{soles}}{\text{ropero}}}{(203,8 + 69 + 68,9) \text{soles}} = \mathbf{1,76}$$

En el caso del escritorio, este se vende a S/. 489,9 nuevos soles. Incurre en un costo de S/. 219,9 por materiales directos, S/. 65,9 por materiales indirectos y S/.50,5 por mano de obra directa valor hallado de la misma manera que el ropero:

$$1,33 \frac{\text{horas}}{\text{escritorio}} \times \left[4 \frac{\text{soles}}{\text{hora} - \text{ayudante}} \times 2 \frac{\text{ayudante}}{\text{escritorio}} + \left(5 \frac{\text{soles}}{\text{hora} - \text{operario}} \times 6 \frac{\text{operario}}{\text{escritorio}} \right) \right]$$

A partir de estos datos podemos observar que por cada sol que invierte la empresa, esta gana 0,46 céntimos, 17 céntimos más con la mejora.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{1 \text{ escritorio} \times 489,9 \frac{\text{soles}}{\text{escritorio}}}{(219,9 + 65,9 + 50,5)} = 1,46$$

c. Productividad de mano de obra

Este cálculo permite determinar la cantidad procesada por operario. A partir de las horas trabajadas se pudo determinar que se procesa 0,096 del ropero básico por hora-hombre.

$$\text{Productividad} = \frac{1 \text{ unidad}}{2,09 \text{ horas} \times 5 \text{ operarios}} = 0,096 \text{ unid/hora} - \text{hombre}$$

A comparación con el valor inicial, se puede observar que la unidad por se produce en 1,23 horas menos por lo que la productividad se incrementa en un 23%.

$$\text{Incremento de Productividad} = \frac{(0,096 - 0,078) \text{ unid/horas} - \text{hombre}}{0,078 \text{ unid/horas} - \text{hombre}} = 0,23 = 23\%$$

En el caso de los escritorios lineales se obtuvo que se procesa 0,125 del producto por hora-hombre debido que por unidad de este artículo es necesario 1,33 horas.

$$\text{Productividad} = \frac{1 \text{ unidad}}{1,33 \text{ horas} \times 6 \text{ operarios}} = 0,125 \text{ unid/hora} - \text{hombre}$$

Respecto al valor inicial, se puede observar que las horas por unidad se reducen en un 0,39, incrementándose la productividad en un 37%.

$$\text{Incremento de Productividad} = \frac{(0,125 - 0,091) \text{ unid /horas} - \text{hombre}}{0,091 \text{ unid/horas} - \text{hombre}} = 0,37 = 37\%$$

d. Tiempo estándar del método propuesto

- **Tiempo de ciclo:** Con el método propuesto se sabe que el tiempo promedio entre la producción de dos unidades consecutivas de 113,4 minutos (ver página 78).

$$\text{Tiempo de ciclo del ropero} = \frac{3,78 \text{ horas} \times 60 \text{ min/hora}}{2 \text{ ropero}} = 113,4 \text{ min}$$

El mismo cálculo se hizo para determinar el tiempo de ciclo del escritorio lineal, el cual resultó ser de 79,8 minutos (ver página 80).

$$\text{Tiempo de ciclo del escritorio} = \frac{2,66 \text{ horas} \times 60 \text{ min/hora}}{2 \text{ escritorio}} = 79,8 \text{ min}$$

- **Número de Observaciones:** En base a la relación mencionada por Niebel y Freivalds (2009) entre el tiempo de ciclo de un proceso y el número de veces que debe observado, mostrada en la tabla 06; con los tiempos de ciclo identificados del nuevo método de trabajo se determinó que era necesario realizar como mínimo 3 mediciones en diferentes ocasiones.
- **Tiempo Normal:** para determinar el tiempo que este representa se calculó el producto de los valores de tiempo promedio de cada actividad con su factor de valoración especificados en la tabla 34. Para esta última variable se tomó como base la norma británica de escala 0-100 con el mismo factor de valoración que se consideró en la situación inicial ya que la nueva propuesta será aplicada por todos los operarios los cuales aún mantienen su mismo nivel de instrucción y desempeño.

Tabla 34: Cálculo de tiempos normales para las actividades de fabricación del ropero y el escritorio

Actividades	Tiempo normal de ropero básico (min)	Tiempo normal de escritorio lineal (min)
Selección	2,50 x 0,80 = 2,00	1,50 X 0,80 = 1,20
Transporte	0,50 x 0,95 = 0,48	0,20 X 0,95 = 0,19
Limpieza	0,08 x 0,90 = 0,08	0,17 X 0,90 = 0,15
Carga	0,08 x 0,95 = 0,08	0,13 X 0,95 = 0,13
Calibrado	5,42 x 0,90 = 4,88	8,75 X 0,90 = 7,88
Cortado	5,00 x 0,90 = 4,50	3,33 X 0,90 = 3,00
Descarga	5,42 x 0,75 = 4,06	4,00 X 0,75 = 3,00
Transporte	2,00 x 0,75 = 1,50	1,33 X 0,75 = 1,00
Cargar	0,33 x 0,90 = 0,30	0,33 X 0,90 = 0,30
Canteado e Inspección	24,67 x 0,85 = 20,97	23,00 X 0,85 = 19,55
Transporte	3,33 x 0,85 = 2,83	4,00 X 0,85 = 3,40
Ensamble	48,77 x 1,25 = 60,96	19,25 X 1,25 = 24,06
Transporte	1,92 x 0,90 = 1,73	3,83 X 0,90 = 3,45

Fuente: Elaboración propia

- **Suplementos:** Como base se tomaron los valores especificados en el sistema de suplementos por descanso, expresados en porcentajes de los tiempos básicos que se detallan en la tabla 17 (página 62) los cuales aplican tanto para la elaboración del ropero básico como para el escritorio lineal.
- **Tiempo Estándar:** Partiendo de los datos de tiempo normal y suplementos calculados, se procedió a identificar el tiempo concedido elemental, el cual fue finalmente multiplicado por la frecuencia de la actividad para hallar el tiempo estándar del método propuesto como se muestra en la tabla 35. Cabe resaltar que en estos resultados no se ha considerado el tiempo que las piezas puedan estar en espera del operario para ser llevadas a otra área.

Tabla 35: Tiempos estándares de la fabricación del ropero y el escritorio

Ropero básico				
#	Actividades	T. Normal (min)	Suplemento	Tiempo estándar (min)
1	Selección	2	0,11	$2,00 \times (1 + 0,11) = 2,22$
2	Transporte	0,48	0,79	$0,48 \times (1 + 0,79) = 0,85$
3	Limpieza	0,08	0,11	$0,08 \times (1 + 0,11) = 0,08$
4	Carga	0,08	0,11	$0,08 \times (1 + 0,11) = 0,09$
5	Calibrado	4,88	0,15	$4,88 \times (1 + 0,15) = 5,61$
6	Cortado	4,5	0,13	$4,5 \times (1 + 0,13) = 5,09$
7	Descarga	4,06	0,15	$4,06 \times (1 + 0,15) = 4,67$
8	Transporte	1,5	0,19	$1,50 \times (1 + 0,19) = 1,79$
9	Cargar	0,3	0,15	$0,3 \times (1 + 0,15) = 0,35$
10	Cantado e Inspección	20,97	0,15	$21,00 \times (1 + 0,15) = 24,11$
11	Transporte	2,83	0,13	$2,83 \times (1 + 0,13) = 3,20$
12	Ensamble	60,96	0,23	$61,00 \times (1 + 0,23) = 74,98$
13	Transporte	1,73	0,3	$1,73 \times (1 + 0,3) = 2,24$
Total				125,27 minutos
Escritorio Lineal				
#	Actividades	T. Normal (min)	Suplemento	Tiempo estándar (min)
1	Selección	1,2	0,11	$1,20 \times (1 + 0,11) = 1,33$
2	Transporte	0,19	0,79	$0,19 \times (1 + 0,79) = 0,34$
3	Limpieza	0,15	0,11	$0,15 \times (1 + 0,11) = 0,17$
4	Carga	0,13	0,11	$0,13 \times (1 + 0,11) = 0,14$
5	Calibrado	7,88	0,15	$7,88 \times (1 + 0,15) = 9,06$
6	Cortado	3	0,13	$3,00 \times (1 + 0,13) = 3,39$
7	Descarga	3	0,15	$3,00 \times (1 + 0,15) = 3,45$
8	Transporte	1	0,19	$1,00 \times (1 + 0,19) = 1,19$
9	Cargar	0,3	0,15	$0,30 \times (1 + 0,15) = 0,30$
10	Cantado e Inspección	19,55	0,15	$19,60 \times (1 + 0,15) = 22,48$
11	Transporte	3,4	0,13	$3,40 \times (1 + 0,13) = 3,84$
12	Ensamble	24,06	0,23	$24,10 \times (1 + 0,23) = 29,60$
13	Transporte	3,45	0,3	$3,45 \times (1 + 0,3) = 4,49$
Total				79,80 minutos

Fuente: Elaboración propia

- **Cuello de Botella:** En la anterior tabla 35 se observa que el cuello de botella está representada por la operación de ensamble en ambos productos, con un tiempo de 74,98 minutos en el ropero básico y con un tiempo de 29,60 minutos en el caso del escritorio lineal.

5.5 COMPARACIÓN DE INDICADORES

Tabla 36: Comparación de indicadores del ropero básico

Ropero básico			
Indicadores	Antes de la propuesta	Después de la propuesta	
Total de actividades	49 actividades	41 actividades	
Tareas improductivas	26%	21%	
Tareas productivas	74%	79%	
Tiempo de ciclo	199,1 min	125,3 min	
Tiempo estándar	Selección	2,22 min	2,22 min
	Transporte	0,85 min	0,85 min
	Limpieza	0,08 min	0,08 min
	Carga	0,08 min	0,09 min
	Calibrado	4,99 min	5,61 min
	Cortado	4,52 min	5,09 min
	Descarga	5,92 min	4,67 min
	Transporte	2,26 min	1,79 min
	Carga	0,46 min	0,35 min
	Cantado e inspección	24,11 min	24,11 min
	Transporte	4,29 min	3,20 min
	Ensamble	144,65 min	74,98 min
	Transporte	4,68 min	2,24 min
Producción	0,0050 unidad/ min	0.0080 unidad/ min	
Eficiencia económica	1,46	1,76	
Horas por unidad	3,32	2,9	
Productividad de mano de obra	0,078 unid / hora-hombre	0,096 unid / hora-hombre	
Incremento de productividad	$\frac{(0,078 - 0,096) \text{ horas} - \text{ hombre}}{0,078 \text{ horas} - \text{ hombre}} = 0,23 = 23\%$		
Distancia de recorridos	107,5 m	54,5 m	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37: Comparación de indicadores del escritorio lineal

Comparación de indicadores del escritorio lineal			
Indicadores	Antes de la propuesta	Después de la propuesta	
Total de actividades	31 actividades	26 actividades	
Tareas improductivas	31%	24%	
Tareas productivas	69%	76%	
Tiempo de ciclo	103,4 min	79,8 min	
Tiempo estándar	Selección	1,33 min	1,33 min
	Transporte	0,34 min	0,34 min
	Limpieza	0,17 min	0,17 min
	Carga	0,14 min	0,14 min
	Calibrado	8,05 min	9,06 min
	Cortado	3,46 min	3,39 min
	Descarga	4,46 min	3,45 min
	Transporte	2,26 min	1,19 min
	Carga	0,4 min	0,30 min
	Cantado e inspección	22,48 min	22,48 min
	Transporte	1,07 min	3,84 min
	Ensamble	54,02 min	29,60 min
	Transporte	5,19 min	4,49 min
Producción	0,0097 unidad/ min	0,0125 unidad/ min	
Eficiencia económica	1,32	1,46	
Horas por unidad	1,72 horas-hombre	1,33 horas-hombre	
Productividad de mano de obra	0,091 unid / hora-hombre	0.125 unid / hora-hombre	
Incremento de la productividad	$\frac{(0,125 - 0,091) \text{ horas} - \text{hombre}}{0,091 \text{ horas} - \text{hombre}} = 0,37 = 37\%$		
Distancia de recorridos	70 m	40 m	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 36 se observa un cuadro comparativo de los resultados obtenidos tanto en la fase inicial como en la fase mejorada del proceso de elaboración del ropero básico. De esta última cabe destacar que las actividades requeridas para elaborar el producto en mención son ahora 41 en total, 8 actividades menos en comparación con la situación inicial gracias a la simplificación y eliminación de aquellas que no dan valor agregado al mueble, aumentándose como consecuencia el porcentaje de actividades productivas en un 5%, pasando de ser 74% a 79% con la propuesta. Otro efecto que trae el haber eliminado dichas tareas es la reducción del tiempo de ciclo del ropero en 73,85 minutos, diferencia beneficiosa producto de la reducción del tiempo de ensamblado, la cual ha presentado una mejora del 48% de su tiempo gracias a la aplicación de la redistribución de planta, al uso de hojas de instrucción y a la capacitación del personal.

$$\frac{(144,65 - 74,98)min}{144,65 min} = 0,48 = 48\%$$

Este valor resulta relevante ya que esta actividad representa el cuello de botella de la producción. Con estos nuevos tiempos es que se evidencia un incremento de la productividad de la mano de obra en un 23% para la fabricación del ropero.

De igual manera sucede para el escritorio lineal respecto al cual, como detalla la tabla 37, se simplificaron y eliminaron 5 actividades de su serie de producción inicial, aumentándose su porcentaje de tareas productivas en un 7%. Referente a su tiempo estándar de ciclo, este se ha reducido de 120 a 79.8 minutos gracias a una significativa reducción del tiempo de ensamblaje, el cual ha presentado una mejora del 46% de su tiempo como resultado de la aplicación de la redistribución de planta, del uso de hojas de instrucción y de la capacitación del personal ya mencionadas anteriormente.

$$\frac{(54,02 - 29,06)min}{54,02 min} = 0,46 = 46\%$$

Este valor relevante influye en la obtención de un incremento de la productividad de la mano de obra en un 37% para la fabricación del escritorio lineal.

Este análisis quedaría inconcluso sin la definición del plazo de tiempo en que los indicadores mencionados son alcanzados; por lo cual se procedió a la aplicación de la curva de aprendizaje, específicamente del método logarítmico, para su cálculo.

Para esto, se tuvo en cuenta los tiempos de fabricación de la primera como la tercera unidad de cada producto, los cuales están registrados en los anexos 01 y 02. Estos valores reemplazados en dicha fórmula permitió el cálculo del coeficiente de aprendizaje, que en el caso de los roperos es de 0,86 y de 0,89 en los escritorios.

<p style="text-align: center;"><u>Ropero básico</u></p> $TN = T1xN^{\log L/\log 2}$ $2,7 \frac{hr}{unidad} = 3,4 \frac{hr}{unidad} x 3^{\log L/\log 2}$ $L = 0,86$	<p style="text-align: center;"><u>Escritorio lineal</u></p> $TN = T1xN^{\log L/\log 2}$ $1,79 \frac{hr}{unidad} = 2,15 \frac{hr}{unidad} x 3^{\log L/\log 2}$ $L = 0,89$
---	---

Ya contando con este factor y el tiempo estándar de la situación inicial calculado en la tabla 18, se procedió a reaplicar la fórmula pero esta vez con la finalidad de hallar el número de unidad que sería producida en el tiempo estándar mejorado establecido en la tabla 35.

<p style="text-align: center;"><u>Ropero básico</u></p> $TN = T1xN^{\log 0,86/\log 2}$ $2,09 \frac{hr}{unidad} = 3,32 \frac{hr}{unidad} x N^{\log 0,86/\log 2}$ $N^{\circ} \text{ unidad} = 180$	<p style="text-align: center;"><u>Escritorio lineal</u></p> $TN = T1xN^{\log L/\log 2}$ $1,33 \frac{hr}{unidad} = 1,72 \frac{hr}{unidad} x N^{\log 0,81/\log 2}$ $N^{\circ} \text{ unidad} = 188$
---	--

En el caso de los roperos básicos se identificó que la unidad 180 sería elaborada a 2,09 horas por unidad y la unidad 188 de escritorios en 1,33 horas por unidad. El tiempo acumulado que conlleva elaborar las 180 unidades de ropero y los 188 unidades de escritorio es de aproximadamente 12 meses para ambos tipos de productos, periodo de tiempo establecido a partir de la consideración que el tiempo laborable mensual es de 192 horas mensuales y, que por proporción de trabajo, solo el 20,8% del tiempo total es destinado a roperos y 12,2% a escritorios.

VI. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Para determinar el costo-beneficio de la propuesta fue necesario realizar una proyección de las ventas, ya que en base a esta se estimó el incremento de ingresos que genera el aumento de la productividad; ello debido a que con la mejora se puede producir un mayor volumen de unidades. Dicho beneficio ha sido evaluado respecto a la inversión en la cual se incurre por implantar la mejora.

6.1 TIEMPO DE FABRICACIÓN

La fabricación del ropero implica 3,32 horas sin la propuesta; de este dato se deduce que la capacidad actual de producción anual es de 183 unidades. Comparando este valor con la demanda histórica de la tabla 38, se observa que la empresa está llegando al límite de su producción. La situación del escritorio lineal es muy similar; y vemos que si se tomara en consideración la capacidad de 271 escritorios al año correspondiente a la propuesta es posible satisfacer la demanda en un 23% de tiempo menos, surgiendo la posibilidad de atender a la demanda insatisfecha ya que puede atender a su mercado en un 29,7% más.

Tabla 38: Demanda histórica de roperos y escritorios

Producto	Ropero básico (unidades)	Escritorio lineal (unidades)
Sin la propuesta	183	209
Con la propuesta	291	271
Año	Demanda (unid. / año)	Demanda (unid. / año)
2010	115 roperos básicos	150 escritorio lineal
2011	138 roperos básicos	150 escritorio lineal
2012	140 roperos básicos	165 escritorio lineal
2013	165 roperos básicos	180 escritorio lineal
2014	172 roperos básicos	185 escritorio lineal
2015	180 roperos básicos	200 escritorio lineal

Fuente: Elaboración Propia

En base a esto se puede concluir que al momento de proyectar la demanda será necesario considerar la capacidad de ambos productos para poder definir el margen de incremento de las unidades vendidas; esto debido a la influencia de la capacidad en la definición de la demanda que puede ser atendida.

6.2 PROYECCIÓN DE VENTAS

Mediante el uso del método de programación lineal y en base al histórico de la empresa es que se desarrolló un pronóstico de ventas para un periodo de 6 años. En este cálculo se ha considerado los datos del anexo 8 en base a los cuales se determinó que la tendencia lineal que siguen las ventas del ropero básico corresponden a la fórmula de: $T_t = 107 + 13*t$. Con esta ecuación se halló las posibles unidades a venderse por año, detallados en la tabla 39, resultados en los que se observa que si se mantiene la capacidad actual de 183 roperos de todas formas la empresa va llegar a un punto donde no podrá cumplir con su demanda.

Tabla 39: Proyección de las ventas de ropero básico

Año	T	Tt (unidades)
		$T_t = 107 + 13*t$
2016	7	197 roperos básicos
2017	8	210 roperos básicos
2018	9	223 roperos básicos
2019	10	236 roperos básicos
2020	11	249 roperos básicos
2021	12	261 roperos básicos

Fuente: Elaboración propia

De la misma forma se procedió para desarrollar el cálculo en el caso de los escritorios lineales, para el cual se contó con los datos del anexo 8. En base a estos valores se determinó que la tendencia lineal que siguen las ventas del escritorio lineal corresponden a la fórmula de: $T_t = 135 + 11*t$.

Al aplicar dicha ecuación se logró hallar las ventas de los 6 años siguientes detallados en la tabla 40; resultados en los cuales se puede observar que así la empresa opte por mantener su capacidad actual de 209 escritorios al año, de todas formas va llegar a un punto donde no podrá cumplir con su demanda a lo largo de los siguientes años.

Tabla 40: Proyección de ventas del escritorio lineal

Año	T	Tt
		$Tt= 135 + 11*t$
2016	7	209
2017	8	219
2018	9	230
2019	10	240
2020	11	251
2021	12	262

Fuente: Elaboración Propia

6.3 BENEFICIO DE LA PROPUESTA

El beneficio que trae consigo el aumentar la productividad es el incremento de la producción, unidades adicionales que permiten la satisfacción de un mayor segmento de su mercado, atendiendo a una demanda que sin la propuesta no lograría abarcar.

Entonces, tomando en consideración las capacidades correspondientes tanto a la situación actual como a la de mejora y la proyección de las ventas, es que se determinó el incremento de unidades vendidas durante cada uno de los próximos 6 años. Como se muestra en la tabla 41, en este periodo de tiempo se logra aumentar la producción de roperos en 278 artículos y en el caso del escritorio con 157 productos. En conclusión, el beneficio que se genera es de 435 unidades adicionales durante el transcurso de los 6 años.

Tabla 41: Beneficio de la propuesta en un plazo de 6 años

Ropero básico	Año	Unidades de venta (unid.)		Incremento de unidades de venta (unid.)
		Sin la propuesta	Con la propuesta	
	2016	183	197	14
	2017	183	210	27
	2018	183	223	40
	2019	183	236	53
	2020	183	249	66
	2021	183	261	78
	Total			278
Escritorio lineal	Año	Unidades de venta (unid.)		Incremento de unidades de venta (unid.)
		Sin la propuesta	Con la propuesta	
	2016	209	209	0
	2017	209	219	10
	2018	209	230	21
	2019	209	240	31
	2020	209	251	42
	2021	209	262	53
	Total			157
Beneficio	Año	Ropero básico (unid.)	Escritorio lineal (unid.)	Total de incremento (unid.)
	2016	14	0	14
	2017	27	10	37
	2018	40	21	61
	2019	53	31	84
	2020	66	42	108
	2021	78	53	131
	Total			435

Fuente: Elaboración propia

6.4 INVERSIÓN DE LA PROPUESTA

Para la puesta en marcha de la propuesta era necesario invertir en los siguientes aspectos y elementos que se detallan en la tabla 42. En total, la mejora implica una inversión de 26 671,68 nuevos soles.

Tabla 42: Inversión de la mejora

Inversión de la propuesta	
Descripción	Monto
Inversión tangible	
6 mesas de trabajo	S/. 1 196,00
6 estantes para accesorios	S/. 5 596,00
6 paneles de herramientas	S/. 1 545,60
Materiales para capacitación	S/. 540,00
Total de inversión tangible	S/. 8 877,60
Inversión Intangible	
Contratación de personal para capacitación	S/. 13 524,00
Viáticos del capacitador	S/. 3 000,00
Total de inversión intangible	S/. 16 524,00
Imprevistos (5%)	S/. 1 270,08
Inversión total	S/. 26 671,68

* El tipo de cambio de dólar utilizado para el cálculo fue de 3.27 (27/10/2015)

Fuente: Elaboración propia

6.5 FLUJO DE CAJA

Para elaborar el flujo de caja se ha considerado los datos de la tabla 43, en la cual se presenta un detalle de los ingresos y egresos calculados.

Tabla 43: Ingresos y egresos por incremento de ventas

Ingreso por venta					
Año	Roperos (unidades)	Precio de Venta (S./ unidad)	Escritorios (unidades)	Precio de Venta (S./ unidad)	Total de Ingresos (S./)
1	14	S/. 599,9	0	S/. 489,9	S/. 8 318,61
2	27	S/. 599,9	10	S/. 489,9	S/. 21 081,54
3	40	S/. 599,9	21	S/. 489,9	S/. 34 007,76
4	53	S/. 599,9	31	S/. 489,9	S/. 46 933,98
5	66	S/. 599,9	42	S/. 489,9	S/. 59 860,20
6	78	S/. 599,9	53	S/. 489,9	S/. 72 786,43
Total					S/. 242 988,52

Costo total de producción						
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Materiales directos	S/. 2 826,3	S/. 7 710,8	S/. 12 668,6	S/. 17 626,4	S/. 22 584,2	S/. 27 541,9
Materiales indirectos	S/. 957,0	S/. 2 523,4	S/. 4 111,8	S/. 5 700,1	S/. 7 288,5	S/. 8 876,9
Mano de obra directa	S/. 3 299,1	S/. 3 299,1	S/. 3 299,1	S/. 3 299,1	S/. 3 299,1	S/. 3 299,1
Total	S/. 7 082,4	S/. 13 533,2	S/. 20 079,4	S/. 26 625,6	S/. 33 171,8	S/. 39 718,0

Fuente: Elaboración propia

En base a los datos mostrados es que se procedió a elaborar el flujo de caja, el cual se muestra en la tabla 44 que se adjunta a continuación.

Tabla 44: Flujo de caja económico de la propuesta

Conceptos/año		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Ingresos							
Ingresos totales		S/. 8 318,61	S/. 21 081,54	S/. 34 007,76	S/. 46 933,98	S/. 59 860,21	S/. 72 786,43
Egresos							
Costos de producción (con depreciación)		S/. 7 082,38	S/. 13 533,24	S/. 20 079,42	S/. 26 625,60	S/. 33 171,78	S/. 39 717,96
Inversión tangible	S/. 10 147,68						
Inversión intangible	S/. 16 524,00						
Total de egresos	S/. -26 671,68	S/. 7 082,38	S/. 13 533,24	S/. 20 079,42	S/. 26 625,60	S/. 33 171,78	S/. 39 717,96
Utilidad antes de impuestos							
Utilidad antes de impuestos		S/. 1 236,24	S/. 7 548,29	S/. 13 928,34	S/. 20 308,38	S/. 26 688,42	S/. 33 068,46
Impuesto a la renta		S/. 370,87	S/. 2 264,49	S/. 4 178,50	S/. 6 092,51	S/. 8 006,53	S/. 9 920,54
Utilidad Neta							
Utilidad Neta	S/. -26 671,68	S/. 865,37	S/. 5 283,80	S/. 9 749,83	S/. 14 215,86	S/. 18 681,90	S/. 23 147,93
Saldo							
Saldo		S/. -25 806,31	S/. -20 522,51	S/. -10 772,67	S/. 3 443,19	S/. 22 125,09	S/. 45 273,01
Utilidad Acumulada							
Utilidad Acumulada		S/. 865,37	S/. 6 149,17	S/. 15 899,01	S/. 30 114,87	S/. 48 796,77	S/. 71 944,69

Fuente: Elaboración Propia

6.6 RELACIÓN BENEFICIO-COSTO

Para realizar la evaluación económica, se ha considerado una tasa de descuento del 12%. Con dicha tasa se obtiene que durante el periodo de los 6 años se logrará un beneficio-costo de 1,31 demostrando que por cada sol que la empresa invierta esta ganará 0,31 céntimos como se detalla en la tabla 45. Además, cabe resaltar que la tasa interna de retorno de la inversión es de 25%.

Tabla 45: Análisis beneficio-costo de la propuesta

Año	Ingresos económicos	Egresos económicos	VAN Ingresos (12%)	VAN Egresos (12%)
0		S/. 26 671,7		S/. 26 671,7
1	S/. 8 318,6	S/. 7 082,4	S/. 7 427,3	S/. 6 323,6
2	S/. 21 081,5	S/. 13 533,2	S/. 16 806,1	S/. 10 788,6
3	S/. 34 007,8	S/. 20 079,4	S/. 24 206,1	S/. 14 292,1
4	S/. 46 934,0	S/. 26 625,6	S/. 29 827,4	S/. 16 921,1
5	S/. 59 860,2	S/. 33 171,8	S/. 33 966,3	S/. 18 822,6
6	S/. 72 786,4	S/. 3 9718,0	S/. 36 875,9	S/. 20 122,4
Total			S/. 149 109,01	S/. 11 3941,96
Indicado costo-beneficio			$\frac{S/. 149 109,01}{S/. 113 941,96} = 1,31$	
Tasa interna de retorno (TIR)			25%	

Fuente: Elaboración propia

6.7 TIEMPO DE RECUPERACIÓN

De la tabla 46 podemos deducir que la inversión podrá ser recuperada en 3 años y nueve meses aproximadamente.

Tabla 46: Periodo de recuperación de la inversión

Tiempo de Recuperación							
Año	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Utilidad		S/. 865,37	S/. 5 283,80	S/. 9 749,83	S/. 14 215,86	S/. 18 681,90	S/. 23 147,93
Inversión	S/. 26 671,68						
Saldo		S/. -25 806,31	S/. -20 522,51	S/. -10 772,67	S/. 3 443,19	S/. 22 125,09	S/. 45 273,01

Fuente: Elaboración propia

$$\frac{10\ 772,67}{14\ 215,86} = 0,758 \text{ años} = 9,094 \text{ meses} = 272,805 \text{ días}$$

VII. PLANES DE ACCIÓN PARA LA MEJORA

Tabla 47: Plan de acción para la mejora

OBJETIVO DE MEJORAMIENTO: Incrementar la productividad de la mano de obra en la línea de muebles de melamina																		
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	CRONOGRAMA												RECURSOS		MONTO.	RESULTADO (ENTREGABLE)	
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MAT	HUM			
1. Redistribución de la planta	Jefe de producción	X	X	X											-	-	-	Resultado: Reducción del tiempo de ensamble
2. Aplicación de principios de orden y limpieza	Jefe de producción			X	X										Panel para herramientas, mesas y estantes		S/.8 337,60	
3. Capacitación del personal	Jefe de producción	X		X		X		X		X			X	Materiales del curso	Capacitador	S/.17 064,00	Entregable: Plan de capacitación del personal	
4. Estandarización de la operación de ensamble	Jefe de producción				X	X	X	X									-	Entregable: Hoja de instrucción. Resultado: Reducción de un 46% a 48% de su tiempo
5. Estandarización de la producción de línea de muebles de melamina	Jefe de producción				X	X	X	X	X	X	X	X	X				-	Entregable: tabla de tiempos estándar.

Fuente: Elaboración Propia

VIII. CONCLUSIONES

- Mediante la aplicación del estudio de métodos se pudo diagnosticar que, inicialmente, el 74% de las actividades del proceso de elaboración del ropero agregaban valor, y en el caso del escritorio lineal el 31% no lo hacía. La variable que influye es la mano de obra, la cual presenta una productividad de roperos básicos en un 38% por debajo de lo ideal y 43% en el caso de los escritorios lineales, valores promedios con una variación que demostró la presencia de una baja productividad.
- Entre las principales causas que generan este problema en la empresa se identificó la falta de normalización del método de trabajo, carencia que se veía profundizada por el desorden, la falta de limpieza, los cruces de línea de recorrido, las posturas corporales incorrectas durante la ejecución de sus labores así como la falta de capacitación en el 69% de los trabajadores.
- La propuesta de mejora estuvo orientada a estandarizar las actividades del proceso de producción de ambos productos, el cual se complementó con el uso de hojas de instrucción, la aplicación de condiciones ergonómicas, fundamentos de orden y limpieza, rediseño de planta así como capacitación del personal. Con esto se logró el aumento del porcentaje de actividades productivas en un 5% y 7% en la elaboración del ropero y escritorio respectivamente; y el incremento de la productividad de la mano de obra en un 23% para la fabricación del ropero y de un 37% para la fabricación del escritorio; indicadores a lograrse en un plazo de un 1 año. En relación a los valores ideales, con la propuesta se reduce la brecha a un 14% para el caso de los roperos y a un 21% en el caso de los escritorios.
- El beneficio que trae el incremento de la productividad es directamente el aumento de la capacidad productiva, generándose en este caso un adicional del 25% en la producción de roperos básicos y un 13% en los escritorios lineales durante el transcurso de los seis próximos años. Con este incremento de unidades se da lugar a una relación beneficio-costos de 1,31, valor que demuestra que por cada sol que invierta la empresa esta ganará 0,31 céntimos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Águila Soto, Antonio. 2005. Procedimiento de evaluación de riesgos ergonómicos y psicosociales. Universidad de Almería.
- Bello, Carlos. 2006. Manual de producción o de operaciones aplicado a las PYME. Colombia: Ecoe ediciones.
- Billene, Ricardo. 2000. Análisis de costos II. Argentina: Ediciones Jurídicas Cuyo.
- Caso, Alfredo. 2006. Técnicas de medición del trabajo. España: FC Editorial.
- CITEMadera. 2000. Capacitación: cursos a medida. [Internet]. Disponible en <http://citemadera.gob.pe/capacitacion/cursos-a-medida/>
- García, Roberto. 2005. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: McGraw-Hill.
- López, Jorge. 2012. Productividad. México: Palilibrio.
- Maldonado, Gonzalo; Martínez, María del C. La maximización del capital humano en la industria del mueble de España. Red de Revistas de América Latina, el caribe, España y Portugal: 8 pp, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67413203009>
- Medina, Jorge. Modelo Integral de Productividad, aspectos importantes para su implementación. Revista EAN: 10 pp, <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n69/n69a07.pdf>
- Mercapyme. 2013. Catálogo de capacitaciones. [Internet]. Disponible en <https://mercapyme.files.wordpress.com/2013/05/catc3a1logo-de-capacitaciones-2013-mercapyme.pdf>
- Niebel, Benjamin W.; Freivalds, Andris. 2009. Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo. 12ma ed. México: McGraw-Hill.
- Oficina Internacional del Trabajo. 2010. Introducción al estudio del trabajo. IV Edición. México: Limusa.
- Pérez, Harold A.; Villalobos, Bertha I. Análisis Competitivo del sector madera y muebles de la ciudad de Barranquilla. Revista de Ingeniería de la Corporación Universitaria de la Costa: 20 pp, <http://www.ingecuc.com/index.php/lectores/volumenes-de-la-revista/volumen->

6/item/135-an%C3%A1lisis-competitivo-del-sector-madera-y-muebles-de-la-ciudad-de-barranquilla

- Rey Sacristán, Francisco. 2008. Técnicas de Resolución de Problemas: Criterios a seguir en la producción y mantenimiento. Madrid: FC Editorial.
- Rosso, Franz; Mauro, José. Factores que afectan la productividad y la calidad en la producción industrial de muebles de madera en Venezuela. Revista de Ingeniería de la Universidad de Los Andes; 10 pp, <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/24158>
- Velasco Sánchez, Juan. 2013. Organización de la producción. Madrid: Editorial Pirámide.
- Varela, José; Flores, Elena y Tolamatl, Jacobo.2010. Disminución de la Variación de un Proceso de Producción de Muebles con Seis Sigma. Red de Revistas de América Latina, el caribe, España y Portugal: 12 pp, <http://www.redalyc.org/pdf/944/94415759008.pdf>

X. ANEXOS

Anexo 01: Tiempo promedio de las actividades del método actual del ropero básico

Actividad	Medición (s)			Tiempo promedio (s)	Actividad	Tiempo promedio (min)		Diagramas adicionales	
	1	2	3						
Seleccionar plancha	157	144	149	150	Selección	2,50	2,50	19,00	Operación de corte hombre-máquina 01
Transportar a cortadora	36	24	30	30	Transporte	0,50	0,50		
Limpiar la cortadora	3	9	3	5	Limpieza	0,08	0,08		
Cargar la cortadora	7	5	3	5	Carga	0,08	0,08		
Calibrar/ Programar la cortadora	398	297	280	325	Calibrado	5,42	5,42		
Cortar plancha	348	352	200	300	Cortado	5,00	5,00		
Descargar piezas	372	300	303	325	Descarga	5,42	5,42		
Transportar a canteadora	122	138	100	120	Transporte	2,00	2,00	27,00	Operación de canteado hombre-máquina 03
Cargar canteadora	18	30	12	20	Cargar	0,33	0,33		
Programar canteadora	11	9	10	10		0,20	24,70		
Acondicionar piezas	395	395	350	380	Canteado e Inspección	6,30			
Cantear piezas	719	700	711	710		11,80			
Inspeccionar el canteado	395	390	355	380		6,30			
Demora: Piezas en espera	1300	700	700	900	-	-	-		
Transportar a ensamble	252	240	228	240	Transporte	4,00	4,00	Tiempo promedio para el cálculo del tiempo estándar	
Marcar intersecciones	250	270	200	240		4,00	112,00		
Ir a almacén	80	50	50	60		1,00			
Recibir accesorios	40	43	37	40		0,70			
Ir a ensamble	58	42	50	50		0,80			
Armar extremo inferior del marco	130	116	114	120		2,00			
Girar extremo del marco	11	10	10	10		0,20			
Colocar base superior al marco	92	87	90	90		1,50			
Girar marco	13	8	10	10		0,20			
Marcar ubicación de división horizontal	65	51	65	60		1,00			
Traer pieza horizontal superior	43	40	36	40		0,70			
Colocar división horizontal superior	47	60	72	60		1,00			
Marcar ubicación de división vertical	242	202	155	200		3,30			
Traer pieza vertical	48	34	37	40		0,70			
Colocar división vertical	86	79	74	80		1,30			
Marcar ubicación de divisiones izquierdas	375	286	300	320		5,30			
Traer pieza para divisiones izquierdas	49	37	33	40		0,70			
Colocar divisiones izquierdas	215	215	230	220		3,70			
Traer tubo, división, zócalo y cabezal	265	228	228	240		4,00			
Colocar el tubo para colgador	47	39	35	40		0,70			
Colocar el zócalo y cabezal	229	233	259	240		4,00			
Colocar división horizontal inferior	120	111	129	120		2,00			
Regresar a mesa	15	18	26	20		0,30			
Armar cajones	1494	1474	1172	1380		23,00			
Llevar correderas	8	8	13	10		0,20			
Colocar correderas	283	127	129	180		3,00			
Traer cajones	246	238	235	240		4,00			
Colocar cajones	190	175	175	180		3,00			
Traer respaldar	218	197	184	200		3,33			
Colocar respaldar	1081	995	625	900		15,00			
Traer puertas, bisagras y jaladores	373	348	360	360		6,00			
Colocar puertas	484	478	417	460		7,77			
Ensamblar jaladores	200	177	163	180		3,00			
Dar acabado	310	282	277	290		4,80			
Transportar a almacén	204	180	156	180	Transporte	3,00		3,00	
Tiempo total (s)	12144	10671	9580	10798					
Tiempo total (h)	3,4	3,0	2,7	3,0					

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 02: Tiempo promedio de las actividades del método actual del escritorio
lineal

Actividad	Medición (s)			Tiempo promedio (s)	Actividad	Tiempo promedio (min)		Diagramas adicionales			
	1	2	3								
Seleccionar plancha	108	92	70	90	Diagrama de análisis de operaciones 02	Selección	1,50	1,50	18,7	Operación de corte hombre-máquina 02	
Transportar a cortadora	18	6	12	12		Transporte	0,20	0,20			
Limpiar la cortadora	9	15	6	10		Limpieza	0,17	0,17			
Cargar la cortadora	3	9	12	8		Carga	0,13	0,13			
Calibrar/ Programar la cortadora	635	480	480	532		Calibrado	8,75	8,75			
Cortar plancha	234	249	207	230		Cortado	3,83	3,83			
Descargar piezas	268	267	200	245		Descarga	4,08	4,08			
Transportar a canteadora	130	125	105	120		Transporte	2,00	2,00	25,3	Operación de canteado hombre-máquina 04	
Cargar canteadora	21	9	30	20		Cargar	0,33	0,33			
Programar canteadora	11	11	8	10		Canteado e Inspección	0,17	23,00			
Acondicionar piezas	158	160	132	150			2,50				
Cantear piezas	654	641	550	615			10,25				
Inspeccionar el canteado	687	620	502	603			10,05				
Demora: Piezas en espera	1532	1525	1443	1500		-	-	-			
Transportar a ensamble	298	248	174	240		Transporte	4,00	4,00			43,92
Ir a almacén	100	95	75	90		Ensamble	1,50				
Recibir accesorios	31	33	26	30			0,50				
Ir a ensamble	34	39	31	35			0,58				
Ensamblar parantes a tablero	76	89	106	90			1,51				
Ensamblar mandil	27	23	40	30			0,50				
Ensamblar división vertical	58	49	42	50			0,83				
Armar cajón principal	427	414	419	420			7,00				
Colocar chapa al cajón principal	199	248	154	200			3,34				
Colocar corredera	101	107	93	100			1,67				
Ensamblar cajón principal	33	26	30	30			0,49				
Armar cajones secundarios	980	990	730	900			15,00				
Colocar correderas	250	251	219	240			4,00				
Ensamblar cajones secundarios	69	59	53	60			1,01				
Colocar jaladores a los tres cajones	146	169	134	150	2,49						
Dar acabado	218	221	192	210	3,51						
Transportar a almacén	219	226	155	200	Transporte		3,33	3,33			
Tiempo total (s)	7734	7496	6430	7220							
Tiempo total (h)	2,15	2,08	1,79	2,01							

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 03: Cuestionario

El presente cuestionario tiene por finalidad obtener información necesaria para el desarrollo del trabajo de investigación Mejora del proceso de producción de la línea de muebles de melamina de la empresa Fabricaciones Leoncito S.A.C.

Edad: _____

1. ¿Hace cuántos años trabaja en Fabricaciones Leoncito S.A.C.?

1	1 año
2	2 años - 3 años
3	4 años - 5 años
4	6 años - 8 años

2. ¿Cuál es la función que Ud. cumple dentro de la empresa?

1	Ayudante
2	Operario
3	Maestro de obra
4	Almacenero
5	Jefe de planta

3. ¿Qué grado de educación tiene?

1	Primaria
2	Secundaria
3	Superior

4. ¿Tuvo alguna experiencia laboral previa que lo haya preparado para este puesto?

1	Sí
2	No

5. ¿Recibió alguna capacitación especializada, por parte de la empresa, que lo haya preparado para este puesto?

1	Sí
2	No

Anexo 04: Productividad de cortado por operario

Observaciones de corte	Metros cortados de ropero por minuto (m/min)		Metros cortados de escritorio por minuto (m/min)	
	Operario n° 1	Operario n° 2	Operario n° 1	Operario n° 2
1	8,83	6,86	13,5	8,95
2	8,90	8,41	11,57	10,94
3	8,71	8,75	11,32	11,38
4	6,52	7,53	8,5	9,82
5	7,39	6,68	9,78	8,72
6	7,39	8,67	10,35	11,27
7			11,46	10,65
8			10,7	11,74
9			8,48	8,63
10			11,71	10,57
11			10,7	11,4
Promedio	7,96	7,82	10,73	10,37

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 05: Productividad de ensamble por operario

Observaciones de ensamble	Minutos por unidad de ropero (min/ropero)					
	Operario n° 1	Operario n° 2	Operario n° 3	Operario n° 4	Operario n° 5	Operario n° 6
1	70	62	65	59	60	62
2	63	62	62	56	55	68
3	66	63	69	58	49	60
4	67	60	64	51	49	67
5	69	66	70	55	51	63
6	69	61	67	58	59	69
Promedio	67,3	62,3	66,2	56,2	53,8	64,8
Observaciones de ensamble	Minutos por unidad de escritorio (min/escritorio)					
	Operario n° 1	Operario n° 2	Operario n° 3	Operario n° 4	Operario n° 5	Operario n° 6
1	59	52	55	48	42	51
2	42	59	56	42	50	55
3	43	52	56	42	54	46
4	59	54	54	44	49	48
5	47	50	49	42	46	45
6	42	51	40	48	54	60
7	45	50	48	42	52	54
8	51	56	45	43	51	46
9	47	46	40	48	45	54
10	45	50	40	42	50	51
11	45	59	46	45	54	41
Promedio	47,7	52,6	48,1	44,2	49,7	50,1

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 06: Tiempo promedio de las actividades del método propuesto para el ropero básico

Actividad	Medición (s)			Tiempo promedio (s)	Actividad	Tiempo promedio (min)			
	1	2	3						
Seleccionar plancha	163	142	145	150	Diagrama de análisis de operaciones 03	Selección	2,50	2,50	
Transportar a cortadora	25	37	28	30		Transporte	0,50	0,50	
Limpiar la cortadora	5	4	5	5		Limpieza	0,08	0,08	
Cargar la cortadora	5	5	5	5		Carga	0,08	0,08	
Calibrar/ Programar la cortadora	319	334	322	325		Calibrado	5,42	5,42	
Cortar plancha	316	289	295	300		Cortado	5,00	5,00	
Descargar piezas	322	338	315	325		Descarga	5,42	5,42	
Transportar a canteadora	113	115	132	120		Transporte	2,00	2,00	
Cargar canteadora	26	17	17	20		Cargar	0,33	0,33	
Programar canteadora	10	10	10	10		Cantado e Inspección	0,17	24,67	
Acondicionar piezas	370	395	375	380			6,33		
Cantear piezas	715	709	706	710			11,83		
Inspeccionar el cantado	392	373	375	380			6,33		
Demora: Piezas en espera	810	805	785	800		-	-	-	
Transportar a ensamble	202	209	189	200		Transporte	3,33	3,33	
Ensamblar zócalos a pieza lateral	72	60	69	67		Ensamble	1,12	48,77	
Traer pieza base inferior	16	15	15	15			0,26		
Ensamblar pieza base inferior	48	34	38	40			0,67		
Ensamblar 3 divisiones pequeñas vertical	80	74	71	75			1,25		
vertical	139	145	145	143			2,38		
Ensamblar a semimarco elaborado	97	112	115	108			1,80		
Girar de posición lo ensamblado	40	32	27	33			0,55		
Traer pieza lateral restante	26	15	19	20			0,33		
Ensamblar pieza lateral	119	111	112	114			1,90		
Ensamblar división lateral restante	68	55	63	62			1,03		
Colocar deslizadores	85	71	69	75			1,25		
Traer fondo de ropero	30	26	34	30			0,25		
Colocar fondo al ropero	36	40	35	37			0,62		
Traer base superior	30	23	28	27			0,45		
Ensamblar base superior	161	149	152	154			2,57		
Ensamblar fondo al ropero	304	302	312	306			5,10		
Traer laterales de cajones	71	61	78	70			1,17		
Armar cajones ropero	385	370	385	380			6,33		
ropero	211	220	205	212	3,53				
Colocar cajones en el ropero	19	25	22	22	0,37				
Ensamblar puertas	289	286	298	291	4,85				
Ensamblar frente del cajón	286	274	280	280	4,67				
Ensamblar tubo para colgar	24	19	17	20	0,33				
Ensamblar jaladores	61	50	54	55	0,92				
Dar acabado	295	275	300	290	4,83				
Transportar a almacén	117	110	118	115	Transporte		1,92		1,92

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 07: Tiempo promedio de las actividades del método propuesto para el escritorio lineal

Actividad	Medición (s)			Tiempo promedio (s)	Actividad	Tiempo promedio (min)	
	1	2	3				
Seleccionar plancha	92	95	83	90	Selección	1.50	1.50
Transportar a cortadora	12	16	8	12	Transporte	0.20	0.20
Limpiar la cortadora	9	15	6	10	Limpieza	0.17	0.17
Cargar la cortadora	7	10	7	8	Carga	0.13	0.13
Calibrar/ Programar la cortadora	526	533	516	525	Calibrado	8.75	8.75
Cortar plancha	190	206	204	200	Cortado	3.33	3.33
Descargar piezas	242	237	241	240	Descarga	4.00	4.00
Transportar a canteadora	69	96	75	80	Transporte	1.33	1.33
Cargar canteadora	21	13	26	20	Cargar	0.33	0.33
Programar canteadora	8	13	9	10	Cantado e Inspección	0.17	23.00
Acondicionar piezas	286	276	278	280		4.67	
Cantear piezas	719	724	717	720		12.00	
Inspeccionar el cantado	374	364	372	370		6.17	
Demora: Piezas en espera	608	590	602	600	-	10.00	-
Transportar a ensamble	252	230	238	240	Transporte	4.00	4.00
Ensamblar parantes a tablero	83	102	85	90	Ensamble	1.50	19.25
Ensamblar mandil	51	47	43	47		0.78	
Ensamblar división vertical	31	30	38	33		0.55	
Colocar correderas	82	79	94	85		1.42	
Armar cajones	330	328	317	325		5.42	
Colocar correderas a cajones	126	134	124	128		2.13	
Colocar jaladores a los cajones	54	70	56	60		1.00	
Ensamblar cajones	42	36	48	42		0.70	
Colocar chapa al cajón principal	218	227	230	225		3.75	
Dar acabado	126	116	118	120		2.00	
Transportar a almacén	227	234	229	230	Transporte	3.83	3.83

Diagrama de análisis de operaciones 04

Tiempo promedio para el cálculo del tiempo estándar

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 08: Variables de la programación lineal del ropero y el escritorio

Datos del ropero básico				
Año	T	Yt	t*Yt	t ²
2010	1	115	115	1
2011	2	138	276	4
2012	3	140	420	9
2013	4	165	660	16
2014	5	172	860	25
2015	6	180	1080	36
Total	21	910	3411	91
b1				
			12,9	
Yt/n			151,7	
t/n			3,5	
Bo			106,5	
R²			0,95	
R			0,97	

Datos del escritorio lineal				
Año	T	Yt	t*Yt	t ²
2010	1	150	150	1
2011	2	150	300	4
2012	3	165	495	9
2013	4	180	720	16
2014	5	185	925	25
2015	6	200	1200	36
Total	21	1030	3790	91
b1				
			10,6	
Yt/n			171,7	
t/n			3,5	
Bo			134,7	
R²			0,94	
R			0,97	

Fuente: Elaboración propia