

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



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA
DE MUEBLES DE MELAMINA DE LA EMPRESA FABRIMUEBLES LOS
PINOS S. R. L. PARA REDUCIR TIEMPOS DE ENTREGA**

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

AUTOR

YVAN JOSE MIO VASQUEZ

ASESOR

SONIA MIRTHA SALAZAR ZEGARRA

<https://orcid.org/0000-0002-5299-1200>

Chiclayo, 2021

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA
DE MUEBLES DE MELAMINA DE LA EMPRESA FABRIMUEBLES LOS
PINOS S. R. L. PARA REDUCIR TIEMPOS DE ENTREGA**

PRESENTADA POR:

YVAN JOSE MIO VASQUEZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

**César Ulises Cama Peláez
PRESIDENTE**

**Joselito Sánchez Pérez
SECRETARIO**

**Sonia Mirtha Salazar Zegarra
VOCAL**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación principalmente a DIOS, por haberme dado la vida, salud y energía permitiéndome llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi padre y mis hermanos por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

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 Fabrimuebles Los Pinos S.R.L. por poner a mi disposición y brindarme los medios e información necesarios para desarrollar este trabajo de investigación.

A mi asesora Mgtr Ing. Sonia Salazar Zegarra, a quien respeto y estimo, por darme su apoyo oportuno siempre, por darme la oportunidad de llevar a culminación este proyecto, motivándome a afrontar futuros retos.

A toda mi familia, que me brinda siempre la fuerza, el ánimo y el cariño para seguir adelante, ya que sin ellos esto no hubiera sido posible. Y a Dios, por estar siempre presente en los momentos más difíciles para guiarme y motivarme a seguir adelante.

A mis amigos, que han estado para apoyarme cuando más lo necesitaba

ÍNDICE

RESUMEN.....	11
ABSTRACT	12
I. INTRODUCCIÓN	13
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	15
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.	15
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	19
2.2.1. Industria del mueble	19
2.2.2 Producción.....	19
2.2.3 Producción de flujo intermitente	19
2.2.4 Indicadores productivos	20
2.2.5. Sistemas de medición de tiempos.....	21
2.2.6 Técnicas utilizadas en la medida del trabajo	21
2.2.7. Herramientas del estudio de movimientos	22
2.2.8. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	24
2.2.8.1. Principios básicos de distribución de planta	24
2.2.8.2 Tipos de disposición de planta	25
2.2.8.3. Cálculo de las superficies de distribución	26
III. RESULTADOS	32
3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	32
3.1.1. LA EMPRESA.	32
3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	32
3.2.1. Productos.....	32
3.2.2. Materiales e Insumos.....	35
3.2.3. Proceso de producción	37
3.2.4. Sistema de Producción.	41
3.2.5. Análisis de la mano de obra	41
3.2.6. Análisis para el Proceso de Producción	42
3.2.6.1. Cálculo del número de observaciones	42
3.2.6.2. Cálculo del tiempo promedio	43
3.2.6.3. Análisis del cuello de botella	48
3.2.6.4. Cursograma analítico.....	50
3.2.6.5. Diagrama Hombre – máquina de la estación de corte.....	57
3.2.7. Indicadores Actuales de Producción y Productividad	67
3.2.8. Cuadro resumen de indicadores.	96
3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS	98

3.3.1.	Problemas, causas y propuestas de solución en el proceso de producción	98
3.3.2.	Matriz de ponderación de los problemas encontrados	99
3.3.3.	Descripción de los problemas encontrados y propuestas de solución	102
3.3.3.1.	Problema 1: Falta de estandarización en el proceso productivo.....	102
3.3.3.2.	Problema 2: Tiempos de Transporte y Cruces dentro del Proceso.....	103
3.3.3.3.	Problema 3: Estaciones de trabajo no equilibradas	106
3.3.3.4.	Problema 4: Bajo porcentaje de Utilización de la Maquina cortadora y tiempos ociosos	106
3.4.	DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	107
3.4.1.	Estandarización del proceso productivo	107
3.4.2.	Plan de capacitación para el personal de la empresa	116
3.4.3.	Redistribución de planta	122
3.4.3.1.	Método de Guerchet	122
3.4.3.2.	Aplicación del método de SLP (Sistematic Layout Planning)	128
3.4.4.	Reducción del tiempo de cortado y mejora de la utilización de la maquina cortadora con la inclusión de un ayudante en la etapa de cortado	133
3.4.5.	NIVELACIÓN DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO MEDIANTE UN BALANCE DE LINEAS	139
3.4.6.	Implementación de un procedimiento operático estándar para la elaboración de escritorios lineales de melanina y armarios de oficina.....	154
3.4.7.	Propuesta final para el proceso de producción de escritorios de melanina y armarios de oficina	157
3.5.	NUEVOS INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD	164
3.6.	COMPARACIÓN DE INDICADORES	168
3.7.	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	171
3.8.	RELACIÓN BENEFICIO- COSTO	175
3.9.	PLANES DE ACCION PARA LA MEJORA	176
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	177
V.	Referencias bibliográficas	179

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Herramientas para el estudio de movimientos.	23
Tabla 2. Venta de Muebles de Melamina de Febrero – Noviembre 2018.....	34
Tabla 3. Descripción del Recurso Humano de la Empresa	41
Tabla 4. Tiempo promedio del proceso de producción de Escritorios de Melamina.....	44
Tabla 5. Tiempo promedio del proceso de producción de armarios de oficina	46
Tabla 6. Detalle de Actividades en el Cuello de Botella.....	48
Tabla 7. Detalle de Actividades en el Cuello de Botella.....	49
Tabla 8. Resumen de actividades	52
Tabla 9. Resumen de actividades	55
Tabla 10. Diagrama Hombre- Máquina de la Escudradora (Escritorios de Melamina).....	57
Tabla 11. Diagrama hombre- máquina de la Escudradora (armarios de oficina).....	60
Tabla 12. Resumen de retrasos en la entrega de pedidos	67
Tabla 13. Cálculo del Índice de Cumplimiento y % de Pérdidas por mes para los Escritorios Lineales de Melamina y Armarios de Oficina (Febrero- Noviembre 2018)	69
Tabla 14. Área de las piezas de un Escritorio Lineal de Melamina	75
Tabla 15. Área de las piezas de un Armario de Oficina.....	76
Tabla 16. Productividad de la Mano de Obra (escritorios lineales) durante los meses de febrero 2018- noviembre 2018.....	78
Tabla 17. Productividad de la mano de obra (armarios de oficina) durante los meses de febrero 2018- noviembre 2018.....	79
Tabla 18. Capacidad Real de la Planta	80
Tabla 19. Actividades en el Área de Trazado o Despiece.....	81
Tabla 20. Actividades en el Área de Cortado.....	82
Tabla 21. Actividades en el área de Canteado	84
Tabla 22. Actividades en el Área de Ensamble.....	85
Tabla 23. Actividades en el Área de Trazado	89
Tabla 24. Actividades en el área de Cortado.....	90
Tabla 25. Actividades en el Área de Canteado	91
Tabla 26. Actividades en el Área de Ensamble.....	92
Tabla 27. Cuadro Resumen de Indicadores Actuales de la Empresa	96
Tabla 28. Identificación de Problemas en el Proceso de Producción.....	98
Tabla 29. Escala de Saaty.....	99
Tabla 30. Ponderación de Problemas encontrados mediante la Escala de Saaty	100
Tabla 31. Puntaje obtenido según la normalización de la matriz.....	101
Tabla 32. Criterios para una Redistribución de Planta.	105
Tabla 33. Cálculo del Tiempo Normal para un Escritorio Lineal.	108
Tabla 34. Cálculo de Suplementos por descanso	110
Tabla 35. Cálculo de los Tiempos Estándar por Actividad.....	111
Tabla 36. Determinación del Tiempo Normal de los Armarios de Oficina	113
Tabla 37. Cálculo de Suplementos de Trabajo para determinar el Tiempo Estándar del Armario de Oficina	114
Tabla 38. Cálculo de los Tiempos Estándar por actividad de un armario de oficina.....	115
Tabla 39. Temas para el plan de capacitación.....	117
Tabla 40. Cronograma de Capacitaciones Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.....	121
Tabla 41. Elementos fijos ubicados en cada área.....	122
Tabla 42. Estatura promedio de los trabajadores	123

Tabla 43. Suma de las áreas totales por etapa	124
Tabla 44. Cálculo del área total para la estación de despiece	125
Tabla 45. Cálculo del área total para la estación de canteado	126
Tabla 46. Cálculo del área total para la estación de ensamble	126
Tabla 47. Diagrama Hombre- Máquina propuesto para el Escritorio Lineal	133
Tabla 48. Diagrama Hombre- Máquina propuesto para el Escritorio Lineal	136
Tabla 49. Actividades en el Área de Cortado	141
Tabla 50. Actividades en el Área de Canteado	142
Tabla 51. Actividades en el Área de Ensamble	144
Tabla 52. Actividades en el Área de Cortado	147
Tabla 53. Actividades en el Área de Canteado	148
Tabla 54. Actividades en el Área de Ensamble y Acabados	150
Tabla 55. Formato de Procedimiento Operativo	155
Tabla 56. Formato de Procedimiento Operativo de un Armario de Oficina	156
Tabla 57. Resumen de actividades	159
Tabla 58. Resumen de actividades	162
Tabla 59. Resumen de Indicadores de Escritorios Lineales Antes y Después de la Propuesta	168
Tabla 60. Resumen de indicadores de armarios antes y después de la propuesta	169
Tabla 61. Ventas año 2018	172
Tabla 62. Proyección de demanda 2020	172
Tabla 63. Costos Operativos del proyecto	173
Tabla 64. Flujo de Caja de la Propuesta	174
Tabla 65. Planes de Acción para la Mejora	176

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Escritorio de Melamina.....	33
Figura 2. Armado de un Armario de Oficina de 1,6x1x0,4 m	33
Figura 3. Desperdicios del Proceso	35
Figura 4. Melamina	35
Figura 5. Tapacanto.....	36
Figura 6. Tornillos.....	36
Figura 7. Diagrama de Bloques de un Mueble de Melamina.....	40
Figura 8. Diagrama de operaciones de un Escritorio Lineal de melamina	51
Figura 9. Cursograma Analítico del Proceso de elaboración del Escritorio lineal	53
Figura 10. Diagrama de Operaciones de un Armario de oficina.....	54
Figura 11. Cursograma analítico del proceso de elaboración del Armario de oficina	56
Figura 12. Diagrama de Recorrido del Proceso de Elaboración del Escritorio Lineal	64
Figura 13. Diagrama de Recorrido del Proceso de Elaboración del Escritorio Lineal	65
Figura 14. Distribución Actual de Planta de la Empresa	66
Figura 15. Variación del índice de cumplimiento febrero- noviembre 2018.....	70
Figura 16. Porcentaje de pérdidas económicas febrero- noviembre 2018	70
Figura 17. Variación del índice de cumplimiento febrero- noviembre 2018	71
Figura 18. Variación del índice de cumplimiento febrero- noviembre 2018	72
Figura 19. Variación del índice de cumplimiento febrero- noviembre 2018.....	73
Figura 20. Variación del % de pérdidas económicas febrero- noviembre 2018	73
Figura 21. Variabilidad de la productividad en el proceso de producción.....	78
Figura 22. Variabilidad de la productividad en el proceso de producción de Armarios.....	80
Figura 23. Estación 1- Etapa de Trazado	81
Figura 24. Estación 2- Etapa de Cortado.....	83
Figura 25. Estación de Cortado	83
Figura 26. Estación 3- Etapa de canteado	84
Figura 27. Estación 4- Etapa de ensamble y acabados.....	85
Figura 28. Estación 4- Etapa de ensamble y acabados.....	86
Figura 29. Diagrama OT Producción de Escritorios Lineales	88
Figura 30. Estación 1- etapa de trazado	89
Figura 31. Estación 2- Etapa de cortado	90
Figura 32. Estación 3- Etapa de Canteado	91
Figura 33. Estación 4- Etapa de Ensamble y Acabados.....	93
Figura 34. Diagrama OT Producción de Armarios de Oficina	95
Figura 35. Piezas en espera de canteado	104
Figura 36. Desorden en el área de producción	104
Figura 37. Simbología.....	128
Figura 38. Matriz relacional diagonal	128
Figura 39. Diagrama Relacional de las Actividades	129
Figura 40. Diagrama de Recorrido Propuesto para los Escritorios de Lineales de Melamina	130
Figura 41. Diagrama de Recorrido Propuesto para los Armarios de Oficina	131
Figura 42. Redistribución de Planta Propuesto para la Empresa	132
Figura 43. Estación 1- Etapa de Cortado.....	141
Figura 44. Estación 2- Etapa de Canteado	143
Figura 45. Estación 3- Etapa de Ensamble y Acabados.....	144

Figura 46. Diagrama OT mejorado – Flujo Continuo Producción de Escritorios Lineales ...	146
Figura 47. Estación 1- Etapa de Cortado.....	148
Figura 48. Estación 2- Etapa de Canteado	149
Figura 49. Estación 3- Etapa de Ensamble.....	151
Figura 50. Diagrama OT Mejorado para la Producción de Armarios de Oficina	153
Figura 51. Diagrama de Análisis de Proceso propuesto para Escritorios Lineales de Melamina	158
Figura 52. Cursograma Analítico propuesto para los Escritorios Lineales de Melamina.....	160
Figura 53. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) propuesto para los armarios de oficina	161
Figura 54. Cursograma analítico propuesto para los armarios de oficina.....	163

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. MUESTRAS PRELIMINARES PARA ESCRITORIOS LINEALES DE MELAMINA Y ARMARIOS DE OFICINA	180
Anexo 2. PEDIDOS DE ESCRITORIOS LINEALES Y ARMARIOS DE OFICINA EN EL PRÍODO DE FEBRERO- NOVIEMBRE DE 2018	182
Anexo 3. TABALA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO	188
Anexo 4. CÁLCULO DEL NUEVO COSTO DE PRODUCCIÓN DE ESCRITORIOS LINEALES.....	189
Anexo 5. CÁLCULO DEL NUEVO COSTO DE PRODUCCIÓN DE UN ARMARIO DE OFICINA.....	190

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene por finalidad desarrollar una propuesta de mejora del proceso productivo en la empresa Fabrimuebles Los Pinos S.R.L., para reducir los tiempos de entrega de sus pedidos. Esta empresa se dedica a la elaboración y comercialización de muebles de melanina, madera y metal, en donde los productos de mayor demanda son los escritorios lineales de melanina y los armarios de oficina.

Por ello se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, teniendo como problema central los retrasos en la entrega de pedidos, que generan significativas pérdidas económicas para la empresa en estudio afectando así el índice de cumplimiento de pedidos. Debido a esto se encontró en primer lugar la falta de normalización del proceso, lo cual se refleja en la variabilidad en los tiempos de fabricación para un mismo producto, además de los cruces en los recorridos y excesivos tiempos de transporte.

Con la finalidad de reducir los tiempos de entrega se estandarizó el proceso de fabricación tanto de escritorios, como de armarios, ya que son los de mayor participación en la empresa tal como lo indica el análisis ABC; en primer lugar se estandarizó el proceso productivo, luego se realizó una redistribución de planta para reducir los cruces y un balance de líneas para equilibrar tiempos de trabajo de los operarios y de esta manera conseguir un flujo continuo y reducir los tiempos de proceso y por ende los tiempos de entrega.

Los planes de mejora propuestos nos indican un aumento de productividad, además de un significativo aumento de la eficiencia de la línea, incrementando el volumen de producción para satisfacer la demanda de pedidos en un plazo más reducido. Se redujo el cuello de botella en 36% y 32,6% para escritorios lineales y armarios de oficina respectivamente. Es cuanto a la producción de estos artículos se incrementó en promedio un 58%, lo cual ayudará a la empresa a mejorar significativamente el índice de cumplimiento.

PALABRAS CLAVE: tiempos de entrega, estandarización, redistribución, balance de línea, cuello de botella

ABSTRACT

The purpose of this research project is to develop a proposal to improve the production process in the company Fabrimuebles Los Pinos S.R.L., so that it can reduce the delivery times of its orders. This company is dedicated to the production and marketing of melanin, wood and metal furniture, where the products of greatest demand are linear melanin desks and office lockers.

Therefore, a diagnosis of the current situation of the company was made, with the central problem being the delays in the delivery of orders, which generate significant economic losses for the company under study, thus affecting the order fulfillment rate. Due to this, the lack of standardization of the process was found first, which is reflected in the variability in manufacturing times for the same product, in addition to the crossings in the routes and excessive transport times.

In order to reduce delivery times, the manufacturing process of both desktops and cabinets was standardized, since they are the ones with the highest participation in the market; a redistribution of the plant was made to reduce the crossings and a balance of lines to balance the work times of the workers

The proposed improvement plans indicate an increase in productivity, in addition to a significant increase in efficiency of the line, increasing the volume of production to meet the demand for orders in a shorter period. The bottle neck was reduced by 36% and 32.6% for linear desks and office cabinets respectively. The production of these items increased by an average of 58%.

KEYWORDS: delivery times, standardization, redistribution, line balance, bottleneck

I. INTRODUCCIÓN

El Perú, en los últimos años ha aumentado las importaciones de productos de aglomerados como lo es la melamina, hay una tendencia cada vez más fuerte al uso de melamina, debido a que es más económico que otros materiales nobles como la madera, además de su variedad en diseños, colores y espesores. Los volúmenes de importación registran una curva creciente debido a la practicidad y limpieza del material.

Un punto clave es el lead time (tiempo de entrega) del producto, para el caso de empresas que trabajan a pedidos, como es el caso de Fabrimuebles Los Pinos S.R.L. Las empresas dedicadas a la fabricación de muebles se encuentran en la necesidad y obligación de incrementar su productividad y reducir costos, sin mermar en la calidad del producto, con el fin de mantener su participación de mercado. Y la mejor forma de lograrlo es optimizar el material ó reducir el tiempo de manufactura.

Esta es una empresa que se encuentra en crecimiento, por esto requiere atender los pedidos de sus clientes en los plazos acordados. Sus métodos actuales no son suficientes para cumplir con la producción en el tiempo previsto. Durante un periodo de 10 meses la empresa solo cumplió con la entrega a tiempo del 31,5 % de pedidos de escritorios y el 48,5% de pedidos de armarios, lo que ocasiona en la empresa pérdidas económicas considerables del 7,1% para escritorios y 5,2% para armarios de oficina.

En la presente investigación se planteó como objetivo general disminuir los retrasos en la entrega de pedidos de escritorios y armarios de la empresa Fabrimuebles Los Pinos S.R.L., mediante la mejora el proceso productivo. Dichos retrasos son debido a deficiencias en el proceso de producción, especialmente variabilidad en el proceso de producción, debido a que no hay una estandarización y los métodos de trabajo difieren según el operario que lo realiza. Estos problemas impiden que la empresa opere a su máxima capacidad, motivo por el cual se llega a la siguiente formulación: ¿la propuesta de mejora del proceso productivo en la línea de muebles de melamina de la empresa Fabrimuebles Los Pinos S.R.L., en cuanto permitirá reducir los tiempos de entrega?

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. En lo mencionado se sustenta el

desarrollo de esta investigación que tiene por objetivo general mejorar el proceso productivo de los escritorios de melamina para reducir los tiempos de entrega de los pedidos, mediante una estandarización del proceso. Para ello se propuso en primer lugar diagnosticar la situación actual de la empresa, con el fin de encontrar el problema y sus causas principales. En segundo lugar, se plantearon propuestas de solución para dichos problemas encontrados; y finalmente se realizó un análisis costo- beneficio para evaluar la viabilidad de la propuesta.

Las herramientas aplicadas al desarrollo de esta investigación, fue en primer lugar la estandarización del proceso productivo, tanto para escritorios lineales, como para armarios de oficina. Se realizó además una redistribución de planta para reducir tiempos de transporte y cruces en el proceso. Por otro lado, se realizó una mejora en la máquina cortadora, para reducir el tiempo de esta etapa. Y finalmente un balance de líneas para equilibrar las cargas de trabajo de los operarios e incrementar la eficiencia de la línea

Con todo esto se pretende contribuir a mejorar el proceso productivo de la empresa mediante metodologías ingenieriles ya mencionadas antes, con la finalidad de disminuir la incertidumbre, satisfacer las necesidades de los clientes y por consiguiente demostrar el beneficio económico que esta puede generar. Es por ello que se realizaron mejoras en cada una de las etapas, que contribuyeron a equilibrar las cargas de trabajo en los operarios, tratando de conseguir beneficios como reducción de pérdidas por penalidades y un mejor aprovechamiento de la mano de obra. Además, esta investigación puede ayudar a empresas que tengan problemas similares, generando de este modo un gran impacto.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

- En la presente investigación Análisis de métodos y tiempos: empresa textil stand deportivo Grimaldo, Gloria [1] la empresa bajo estudio presenta problemas en el área de producción propios de una PyME (pequeña y mediana empresa), adicional al hecho de contar con una planta física reducida, lo cual impide tener espacios apropiados para cada operación, que generan incumplimiento de pedidos, desperdicios de materia prima, altos tiempos de fabricación y desordenes de la planta física. A su vez, se desconocen los tiempos de producción para la familia de productos, lo cual en un sistema de producción bajo pedidos genera desperdicios en el uso de la maquinaria y la mano de obra.
Igualmente, a través del diagrama de planta actual, se pudo observar que existen demoras en el proceso debido a los altos tiempos de transportes, derivado de los 25.02 m que debe recorrer el producto desde el almacenamiento de la materia prima hasta el almacenamiento final. Por otra parte, se logró identificar a la operación de confección de hombros y mangas como el cuello de botella del proceso de fabricación de la camiseta estampada con un tiempo estándar de 21,29 minutos, lo cual sirve como base para el cálculo de la capacidad del sistema productivo y realizar mejoras al mismo tendientes a aumentar dicha capacidad. Asimismo, con el estudio del trabajo se logró identificar el tiempo estándar del proceso de la elaboración de una camiseta estampada, con un tiempo de 74,68 minutos, equivalente a 1,24 horas por unidad producida. Debido a la inadecuada distribución de las estaciones de trabajos, se logró determinar que hay un aumento del tiempo de producción de una camiseta estampada en 2,63 minutos (3,5%), respecto al tiempo estándar establecido para el proceso, lo cual implica una disminución de la capacidad productiva de dicho producto.
- En la presente investigación Mejora del proceso de fabricación de estibas de madera: un caso de estudio, herrera, Juan [2] tiene como objetivo generar y aplicar acciones de mejora al proceso productivo de la empresa estudiada a partir de herramientas propias de la ingeniería industrial que permitieran un mejor uso de recursos. Se estandarizó y mejoró el proceso productivo a partir del estudio de métodos y 5S, se implantó un estándar razonable de producción para empresa y trabajadores. A partir del estudio de métodos y tiempos se logró estandarizar el proceso productivo de fabricación de estibas de madera. Esto se hizo a través de la realización de diferentes cursogramas y diagramas, inexistentes en la

organización hasta ese momento. Se disminuyó el 33% de las operaciones, el 25% de los transportes y 25% en la distancia recorrida por el operario, representado como es natural en una mejora en el tiempo estándar y de la capacidad instalada.

- De acuerdo con este documento, Mejora del indicador Entregas a Tiempo en una empresa Metalmecánica [2], buscaron diferenciar la competitividad de la empresa mejorando significativamente el Indicador de entregas a tiempo. La base de este proyecto es reducir el Lead Time de la familia de productos bajo estudio la cual impactaría en el indicador de Entregas a Tiempo. La metodología empleada en el desarrollo del proyecto es la metodología Lean-Six Sigma. La construcción del Value Stream Map VSM refleja un Lead Time de 22 días en tanto que el Processing time es tan solo de 10 minutos. Se identificaron los CTQ del cliente y la forma cómo se abordan en la situación actual. Los problemas raíz identificados fueron: a) Ineficiente flujo de materiales, b) Inadecuado control de inventarios tanto la materia prima como en el proceso, c) Deficiente programación en la mezcla “make to order” y “make to stock”. Un total de 7 alternativas de solución fueron planteadas y priorizadas quedando para su implementación las siguientes tres: a) Organizar la producción por medio de celdas de trabajo, b) Rediseñar el proceso de manufactura considerando el Punto de Desacople, c) Operar la producción en base a Kanban. Como resultado de las implementaciones se logró reducir el Lead time en un 55%, superando el 40% inicialmente establecido como meta, el inventario se redujo en un 50% y el indicador de entregas a tiempo pasó de un 71% a l 85%. Esto ayudó a que el nivel de servicio al cliente de estar en un 80% se incrementará a un 95%.
- En la investigación Estandarización, una de las Herramientas de Mejora Continua [2], Miroslava et. al afirma que la estandarización es una de las herramientas que se pueden aplicar en la mejora continua de la organización. El trabajo estandarizado es uno de las herramientas lean más potentes pero menos utilizadas. Al documentar las mejores prácticas actuales, el trabajo estandarizado forma la línea base para kaizen o mejora continua. A medida que se mejora el estándar, el nuevo estándar se convierte en la línea de base para nuevas mejoras, y así sucesivamente. Mejorar el trabajo estandarizado es un proceso interminable. Reduce las variaciones del proceso y mejora la calidad de los productos y procesos. En esta contribución se describe el método 5S, que se utiliza en las organizaciones para eliminar, respectivamente, la eliminación de residuos en el lugar de

trabajo a través de cinco pasos. Método 5S para incluir en la estandarización de procesos y lugares de trabajo ajustados.

El objetivo del presente documento fue destacar la estandarización como una herramienta útil para mejorar la organización. Los beneficios del trabajo estandarizado incluyen la documentación del proceso actual para todos los turnos, reducciones en la variabilidad, capacitación más fácil de los nuevos operadores, reducciones en las lesiones y la tensión, y una línea de base para las actividades de mejora.

- De acuerdo con este documento Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos [3], nos dice que el estudio de métodos y tiempos ayuda a cualquier tipo de industria, a encontrar muchas actividades innecesarias que no son tomadas en cuenta a simple vista para llevar a tener un mejor sistema de costos en la empresa. Se ha logrado obtener una mejor experiencia para realizar la toma de tiempos para trabajar y asignar calificaciones a los operarios según su ritmo de trabajo. Una mejor distribución de la planta en sentido lineal y fluido crea una mejor eficiencia de la planta y por ende aumenta la productividad de ésta, ya que se reducen los tiempos de transportes del personal. El estudio de tiempos y métodos, empleado de manera adecuada, puede proporcionar un medio de actuación conjunta entre las diferentes áreas de una organización, dado que permite seleccionar, planificar, diseñar y controlar apropiadamente materiales, productos, procesos, herramientas, equipos, lugares de trabajo, etc. Se estandariza el tiempo con el fin de tener una base para la programación del trabajo, determinar los costos estándares de mano de obra y de ahí, sustentar los incentivos para el personal.
- According to document [4], the objective was to eliminate or reduce lost times. The company presented lost times in the production line of the area of imported that represent 14% of lost times, visual contamination by the disorder that occurs in the area and monetary losses that are quantified in \$ 30,582,022 per year. This was related to the lack of controls and standards that facilitate the work and guarantee the quality of the products and processes. The objective of the work was to design and implement an action plan for continuous improvement through the tools of Lean Manufacturing, which included 5'S and Visual Control. The methodology included: investigating the state of the art, diagnosing the current state, designing and implementing the action plan and the required

documentation, and finally measuring the effectiveness. With the pilot implementation of this project, the times that do not add value by 12% were reduced, representing an annual saving of \$ 25,916,485.

For the design and implementation of the Action Plan, the improvement team elaborated the general work procedures and those required for each stage and they were designed: the flow chart for classification, the red card format, the list of unnecessary elements and a check list. As a result of the implementation, the posts and the work area were redesigned, organizing the work cells with forward flow, eliminating setbacks, unnecessary transport and waste generating causes, the number of activities to be developed from 21 to 9 activities

- De acuerdo al documento Mejoramiento mediante herramientas de Manufactura Esbelta en una fábrica de Confecciones [4], se tenía como objetivo eliminar o disminuir tiempos perdidos. La compañía presentaba tiempos perdidos en la línea de producción del área de importado que representan un 14% de tiempos perdidos, contaminación visual por el desorden que se presenta en el área y pérdidas monetarias que se cuantifican en \$30 582 022 por año. Esto se relacionaba con falta de controles y estándares que faciliten la labor y garanticen la calidad de los productos y los procesos. El objetivo del trabajo fue diseñar e implementar un plan de acción de mejora continua mediante las herramientas de la Manufactura Esbelta, que incluyó 5´S y Control Visual. La metodología abarcó: indagar el estado del arte, diagnosticar el estado actual, diseñar e implementar el plan de acción y la documentación requerida, y finalmente la medir la efectividad. Con la implementación piloto de este proyecto, se redujeron los tiempos que no agregan valor en un 12%, representando un ahorro anual de \$25 916 485.

Para el diseño e implementación del Plan de acción, el equipo de mejora elaboró los procedimientos de trabajo general y los requeridos para cada etapa y se diseñaron: el diagrama de flujo para clasificación, el formato de tarjeta roja, la lista de elementos innecesarios y una lista de chequeo. Como resultado de la implementación, se rediseñaron los puestos y el área de trabajo organizándose las celdas de trabajo con flujo hacia delante, eliminando los retrocesos, los transportes innecesarios y las causas generadoras de desperdicios, se redujo el número de actividades a desarrollar de 21 a 9 actividades.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. Industria del mueble

Métodos de producción en el sector de muebles: los principales métodos de producción son:

- **Método de producción continuo:** es un sistema en el cual la maquinaria es la verdadera protagonista del sistema productivo, permitiendo establecer un ritmo de trabajo muy alto, llegando inclusive a trabajar 24 horas continuas, requiriendo permanentemente abastecimientos de material.
- **Método de producción en serie:** se realiza teniendo en cuenta el diseño del producto y la maquinaria, su diseño permite la elaboración de varios productos, pudiendo ser mecanizados por lotes, admite modificaciones en cualquiera de las fases de la operación.
- **Método de producción intermitente:** Se realizan generalmente a medida o sobre pedido. Suelen disponer de todo tipo de maquinaria y su forma de distribución es por departamentos o áreas (mecanizado, montaje, acabado, etc.). Su característica principal es que, debido a la dificultad de ajustar sus procesos, la programación se efectúa dependiendo de la maquinaria disponible o del nivel y cantidad del personal que disponga sus distintos departamentos

2.2.2 Producción

Como manifiesta González en su libro [8], la producción abarca una serie de funciones necesarias para que una empresa u organización lleve a cabo una actividad económica-social, independientemente de que se trate de una empresa de producción o de servicios, transformando materiales o recursos en productos y servicios.

2.2.3 Producción de flujo intermitente

De acuerdo a Gonzales [8], es aquel tipo de producción que no tiene definida una secuencia fija de operaciones. El flujo de las operaciones queda determinado por el producto procesado y para ello no hay una maquinaria especialmente diseñada, sino múltiples capaces de hacer tareas diferentes.

Siendo este proceso el idóneo para fabricar productos diferentes, obtenidos por ensamblado y están caracterizados por su flexibilidad. Es importante evitar interferencias, lo que requiere una

organización de la producción que coordine la concurrencia de recursos, evitar sobrecargas y tiempos ociosos.

2.2.4 Indicadores productivos

Productividad

En su libro gestión de la producción [8], Gonzáles manifiesta que, es el perfeccionamiento del proceso de producción, es decir, lograr en dicho proceso una buena relación entre los recursos empleados y los bienes empleados. La productividad se considera como un rendimiento en sentido técnico, es decir, sin considerar los precios de dichos recursos, de lo contrario sería un rendimiento económico.

$$Productividad = \frac{\textit{produccion obtenida}}{\textit{cantidad de recurso empleado}}$$

Eficiencia

Este indicador, según Gonzales [8], mide el control que la empresa u organización tiene sobre los recursos empleados y se define como la relación entre el vector insumos y el vector productos, durante el subproceso estructurado, de conversión de insumos en productos.

$$Eficiencia = \frac{\textit{recursos programados}}{\textit{recursos utilizados}} \times 100$$

Eficacia

La eficacia mide el control que la empresa ejerce sobre los resultados y puede definirse como, la relación existente entre el vector producto y el vector resultados [8]

$$eficacia = \frac{\textit{produccion real}}{\textit{meta programada}} \times 100$$

2.2.5. Sistemas de medición de tiempos

Existen diversas técnicas aplicadas a la medición del trabajo, tal y como expresan López y Pérez en su libro métodos de trabajo [9], a continuación, se explica cada una de ellas:

- **Estimación**

Es una técnica que se lleva a cabo mediante la observación directa de la actividad que va a ser objeto de estudio. Tiene una serie de ventajas, entre las cuales se pueden mencionar el ahorro de costos, evitar interrupciones originada por el estudio de tiempos y calcular tiempos estándar para nuevas tareas antes de que sean realizadas.

- **Medida de los tiempos por muestreo**

Consiste en realizar un determinado número de observaciones instantáneas de ciertos elementos de trabajo durante un periodo de tiempo; ya sea en grupo o individualmente para determinar si cumplen o no cierta condición.

Durante cada observación se registra lo ocurrido en ese instante en el centro de trabajo; después, en la oficina de métodos y tiempos, mediante fórmulas estadísticas se obtienen los resultados que indicaran el porcentaje o la frecuencia de aparición de determinada circunstancia en los elementos de trabajo observados.

2.2.6 Técnicas utilizadas en la medida del trabajo

El procedimiento técnico utilizado para determinar el tiempo de ejecución de una tarea o actividad consiste en hallar el tiempo tipo o tiempo estándar. Este es el tiempo necesario para que un trabajador cualificado y motivado pueda realizar una tarea, tomándose los descansos necesarios para sus necesidades personales, así como recuperarse de la fatiga [10].

- **Tiempo normal (TN):** es el tiempo medido por el cronometro que un operario conocedor de la tarea y desarrollándola a un ritmo normal, necesitaría para ejecutar determinada tarea objeto de estudio. Está definido por el producto del tiempo promedio de la actividad y el factor de ritmo o actividad.

$$TN = TR \times FR$$

- **Factor de ritmo o actividad (FR):** este concepto nace debido a las variaciones que se dan en la ejecución de una tarea por la existencia de trabajadores rápidos, normales y lentos. Se calcula comparando el ritmo de trabajo de un trabajador cualquiera, con el uno capacitado.
- **Suplemento de trabajo (K):** son unos periodos de inactividad (dados por fatigas y necesidades personales) expresados en un tanto por ciento del TN y se valoran de acuerdo con las necesidades del trabajador y la tarea.

$$\text{suplementos} = TN \times K$$

- **Tiempo estándar:** tiempo requerido para que un trabajador cualificado lleve a cabo las actividades en una organización, añadiendo los suplementos necesarios por fatigas y necesidades personales.

a. Muestreo de trabajo

Entre los procedimientos para determinar el tiempo estándar, se encuentra el muestreo de trabajo. Este se realiza principalmente cuando existe gran número de tareas en puestos de trabajos diferentes. Existen distintas formas de hallar el tamaño de muestra, entre las más usadas se encuentran la establecida por la compañía General Electric y los métodos estadísticos.

2.2.7. Herramientas del estudio de movimientos

Tabla 1. Herramientas para el estudio de movimientos.

Herramienta	Concepto
Diagrama de análisis de procesos	<p>Es una representación gráfica con ayuda de símbolos, de todas las actividades presentes en un proceso, para convertir materiales, materias primas e insumos en producto terminado.</p> <p>El objetivo del DAP es poner de manifiesto los costos ocultos que se presentan en la ejecución de operaciones o procesos, representados en distancias recorridas, retraso, entre otros.</p>
Diagrama de recorrido	<p>Es la representación gráfica que se hace de la planta donde se ejecutan las actividades, de operación, transporte, demora, inspección y almacenamiento que se dan en un proceso de transformación de unos materiales en un producto terminado. Es un complemento del DAP y tiene como objetivo mostrar con exactitud las distancias recorridas, analizando los retrocesos, los recorridos innecesarios y donde se encuentran los cuellos de botella, para erradicarlos al máximo.</p>
Grafica hombre-maquina	<p>Es un diagrama en el que se registran las actividades de varios objetos de estudio (operarios, maquinas o equipos), según una escala de tiempos común para mostrar la relación entre ellas, además es el registro simultaneo en el orden cronológico de las actividades de la máquina y del operario que atiende considerando igualmente los tiempos muertos.</p>
Diagrama de proceso de ensamble	<p>Es la representación gráfica de las fases que se desarrollan durante la ejecución de un trabajo o actividad y muestra: los materiales al entrar al proceso, las operaciones que se realizan y el orden de ensamble.</p> <p>Se caracteriza porque proporciona una vista de ensamble general de todo el sistema de operaciones relacionadas con la manufactura del producto o la prestación de un servicio. Proporciona mejoras en el proceso de operaciones, en la distribución en planta y la planificación y programación.</p>

Fuente: López y Pérez, (2012) [9]

2.2.8. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Según Díaz y Noriega [13], es el ordenamiento físico de los factores de la producción, en el cual cada uno de ellos está ubicado de tal modo que las operaciones sean seguras, satisfactorias y económicas en el logro de sus objetivos. La ventaja de una buena distribución de planta se traduce en una reducción del costo de fabricación y un aumento de la productividad.

2.2.8.1. Principios básicos de distribución de planta

Según Díaz y Noriega [13], para poder lograr una disposición de planta óptima, se deberán considerar los siguientes principios expuestos por Muther (1970:19).

- **Integración de conjunto**

La mejor disposición es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que se logre la mejor coordinación entre ellos.

- **Máxima distancia recorrida**

En igualdad de condiciones es mejor la disposición que permite que la distancia que el material va a recorrer entre operaciones sea la más corta.

Será conveniente ubicar las operaciones sucesivas en lugares adyacentes. De este modo eliminaremos el transporte innecesario entre ellas, pues cada una descargará el material en el punto en el que el siguiente lo recoge.

- **Circulación o flujo de materiales**

Es mejor aquella disposición que ordena las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso este en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales.

Espacio cubico

La economía se obtiene utilizando, de un modo efectivo, todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontalmente, los hombres, el material y las máquinas tienen tres dimensiones, por tanto, la disposición debe utilizar la tercera dimensión de la fábrica tanto como el área del suelo.

- **Satisfacción y seguridad**

En igualdad de condiciones será siempre más efectiva la disposición que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores. La seguridad es un factor de gran importancia en la mayor parte de las disposiciones y es vital en algunas de ellas.

Sed Eben tener en cuenta siempre que: la seguridad y la salud están siempre en primer lugar, la comodidad es importante y se debe diseñar un espacio para estimular el contacto social de los trabajadores.

- **Flexibilidad**

Siempre será más efectiva la disposición que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo e inconvenientes. Para lograrlo deben completarse los siguientes aspectos.

- ✓ Diseño del edificio
- ✓ Servicios de planta
- ✓ Selección del equipo
- ✓ Expansión y contracción planeadas.

2.2.8.2 Tipos de disposición de planta

Para la distribución de planta se presentan tres tipos de distribución fundamentales: por posición fija, por proceso y por producto [13]

- **Disposición por posición fija**

Se trata de la disposición en la que el material o el componente principal permanece en un lugar fijo, y los trabajadores, las herramientas, la maquinaria y otras piezas de material son dirigidos hacia este. Por ejemplo, las distribuciones para la construcción de barcos, aviones, etc.

- **Disposición por proceso o por función**

En ella todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso, están ubicadas en un área común. Las operaciones similares y el equipo están agrupados de acuerdo con el proceso o función que llevan a cabo, por ejemplo, en plantas de metalmecánica, hospitales, talleres artesanales y fábricas de planificación.

- **Distribución en producción en cadena, en línea o por producto.**

En ella un producto o tipo de producto se elabora en un área; pero, al contrario de la disposición fija, el material está en movimiento. Se dispone de cada operación una al lado de la siguiente. Cada una de las unidades requiere la misma secuencia de operaciones de principio a fin.} la maquinaria y equipo están ordenados de acuerdo con la secuenciación de operaciones; por ejemplo, en el ensamblaje de automóviles y plantas embotelladoras de bebidas.

2.2.8.3. Cálculo de las superficies de distribución

Método de Guerchet para el cálculo de superficies

Para este método se calcularán los espacios físicos que se requerirán para establecer la planta. Por lo tanto, es necesario identificar el número total de maquinaria y equipos llamados elementos estáticos, y también el número total de operarios y equipo de acareo, llamados elementos móviles. Para cada elemento que se distribuirá, la superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales.

$$St = n(Ss + Sg + Se)$$

Dónde:

St= superficie total

Ss= superficie estática

Sg= superficie de gravitación

Se= superficie de evolución

n = número de elementos móviles o estáticos de un tipo

Superficie estática: corresponde al área que ocupan los muebles, máquinas y equipos.

$$Ss = largoxancho$$

Superficie de gravitación: es la superficie utilizada por el obrero y por el material acopiado para las operaciones en curso alrededor de los puestos de trabajo.

$$Sg = Ss \times N$$

Superficie de evolución: es la que se reserva en los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto terminado.

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

2.2.9. BALANCE DE LINEAS

Carlos Rojas [14] menciona que balancear una línea en un proceso productivo, es un problema de balance de operaciones (o estaciones de trabajo existentes en una planta), de manera que en función de tiempos iguales se pueda alcanzar la tasa de producción esperada.

Es decir teniendo una serie de tareas u operaciones a realizar, se tome las disposiciones necesarias para distribuir las de tal forma que los tiempos asignados a cada estación de trabajo sean, en lo posible, iguales. De esta forma se logra un balance perfecto (tiempo muerto nulo).

El balance es necesario en todo proceso de fabricación en serie para lograr 2 propósitos:

- Alcanzar el ritmo de producción deseado, con el mínimo personal posible.
- Distribuir el trabajo entre el personal necesario, de tal modo que todos trabajen en igual proporción

2.2.9.1. Generalidades

Líneas de producción: se agrupan en 2 tipos

Línea de fabricación o producción: este término es usado para calificar al grupo de operaciones que cambian o forman las características físicas o químicas finales del producto. En este caso la materia prima que se va a procesar se traslada de estación a estación. Además las máquinas que se usan son pesadas y permanecen fijas en sus áreas asignadas.

Línea de ensamble: significa la llegada de componentes individuales de una determinada pieza al lugar de trabajo y la salida de estas partes juntas (pieza armada), en forma de producto terminado o para ser usados en otros ensambles más voluminosos

Cuello de botella: hace referencia a la velocidad con que se está cumpliendo la producción por unidad. Está representada por la operación más lenta y es la que origina los tiempos muertos. Luego, el problema de balance se proyecta a mejorar la estación cuello de botella bajo las siguientes alternativas:

- Realizar una mejora de métodos de trabajo en dicha estación, hasta lograr el tiempo deseado (mejora de procedimientos, equipo, etc). También puede realizarse simultáneamente una redistribución del trabajo entre las operaciones en toda la línea.
- Trabajar con sobretiempos o con un segundo turno para esta máquina, o en todo caso se debe subcontratar la operación mencionada.
- Efectuar la compra de máquinas similares e acuerdo a las necesidades de producción

2.2.9.2. Balance de un Proceso de Fabricación

Indicadores de una red productiva: Carlos Rojas [14] menciona que son parámetros que nos indican si es posible llevar a cabo determinado arreglo.

- **Producción**

$$P = \frac{tb}{c}$$

Tiempo muerto

Viene a ser la suma de los tiempos ociosos de cada estación de trabajo

$$tiempo\ muerto = \sum (c - t)$$

$$tiempo\ muerto = kc - \sum t_i$$

K= número de estaciones de trabajo

C= ciclo o cuello de botella

T= tiempo de operación en cada estación de trabajo

- **Eficiencia de la línea**

La eficiencia de la línea se mide por el cociente entre el tiempo que tarda en fabricarse el producto sin división de trabajo y el tiempo que tarda en fabricarse el producto con división de trabajo. Matemáticamente se traduce así:

$$E = \frac{\sum(nxt)}{nxc} \times 100$$

$$E = \frac{\sum t_i}{nxc} \times 100$$

n= número total de máquinas en la red determinada

c= ciclo para la misma red

- **Tiempos ociosos**

Esta expresado por la siguiente formula

$$tiempo\ ocioso = nxc - \sum t_i$$

- **Coefficiente de desequilibrio**

Carlos Rojas [14] nos dice que el coeficiente de desequilibrio es un indicador que señala el nivel de desequilibrio de la línea de producción, es decir, que tan desbalanceados están las estaciones en cuanto a tiempo.

$$coeficiente = \frac{100x((nxc) - (\sum t_i))}{nxc} = 41,9\%$$

2.2.10. Método de trabajo:

Se pueden establecer tres conceptos de trabajo:

- Es el procedimiento de sucesos o movimientos utilizados por uno o más individuos para realizar una determinada operación.
- Es la sucesión de operaciones y procesos utilizados para obtener un determinado producto o realizar una labor.

- También se podría decir, que es la combinación específica de distribución y condiciones de trabajo, material y equipos, herramientas y trayectorias de movimientos involucrados en la realización de una determinada operación. [6]

. Estudio del trabajo:

Según Caso [11] definimos estudio a ciertas técnicas y en particular estudio de métodos y medida del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficacia y en la economía de la situación estudiada, con el fin de mejorarla. La definición indica dos técnicas a utilizar: El estudio de métodos y la medida del trabajo. Según de la Peña [12] el estudio de trabajo analiza principalmente la manera en que se está realizando un trabajo, una actividad o una tarea, con el objetivo de simplificarlo, modificarlo y reducir las operaciones innecesarias o excesivas.

. Estudio de métodos:

Definimos como el estudio de métodos al registro y al examen crítico y sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces de reducir costos.

. Estudio de tiempos:

El estudio de tiempos es una técnica mediante la cual se determina el tiempo requerido por una persona calificada y debidamente entrenada para ejecutar la operación por medio de un método específico mientras trabaja a un ritmo normal. El objetivo principal del estudio de tiempos es determinar el tiempo de fijo (llamado tiempo estándar) para ejecutar el trabajo. [14]

. Tiempo estándar:

Según Rojas [14] es el tiempo en que se puede llevar a cabo una tarea cualquiera por una persona bien entrenada en este trabajo, desarrollando una actividad normal según el método establecido y en donde se incluyan las tolerancias debidas a retrasos que están fuera de control del trabajador.

. 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.

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1.1. LA EMPRESA.

Nombre: Fabrimuebles Los Pinos SRL

Es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de muebles de melamina, madera y metal. Está ubicada en la vía de evitamento km 4 fundo el mango- distrito La Victoria. Cuenta con una amplia gama de productos, y brinda a sus clientes variedad en diseños, además de precios accesibles, con la finalidad de conseguir la satisfacción de estos. La empresa cuenta con un área de 224 metros cuadrados.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.

3.2.1. Productos

a. Descripción del Producto (características)

Escritorios de melamina

Es el producto principal y el de mayor demanda (ver tabla N°2), es ensamblada de acuerdo con las especificaciones del cliente. La melamina utilizada por la empresa generalmente es de 18 mm de espesor. La empresa cuenta con un escritorio lineal estándar el cual posee las siguientes medidas 1x1,5x0,8 m, siendo este uno de los escritorios de mayor dimensión.

La empresa misma se encarga de entregar los pedidos a donde se encuentra el cliente, siendo este un valor agregado. Este producto además cuenta con una variedad de diseños y colores que hacen más atractiva la elección por esta empresa.

Otro aspecto importante es la variedad en tamaños y formas de los diversos accesorios que componen el producto, los cuales quedan a elección del cliente.



Figura 1. Escritorio de Melanina

Armarios de oficina

Es el segundo producto que mayor demanda posee, y que representa un buen porcentaje en los ingresos de la empresa. El armario de oficina es un producto que cuenta con 22 piezas, las dimensiones de este son (1,7 x 1 x 0,4) m, siendo este el de mayor dimensión.

Para este producto se emplea melanina de 18 mm de espesor.



Figura 2. Armado de un Armario de Oficina de 1,6x1x0,4 m

b. Sub Productos: Fabrimuebles Los Pinos SRL cuenta con una amplia gama de productos. Principalmente en la línea de muebles de melanina, los cuales cuentan con una variedad de diseños y colores. Estos se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Venta de Muebles de Melanina de Febrero – Noviembre 2018

<i>NOMBRE</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>VALOR VENTAS (s/)</i>	<i>ACUMULADO(s/)</i>	<i>%</i>	<i>ABC</i>
Escritorios	443	177200	177200	33%	
Armario para oficina	304	167820	345020	64%	A
Archivador	61	50000	395020	73%	
Closets	55	35000	430020	80%	
Mesa para reuniones	120	23520	453540	84%	
Separadores de ambiente	24	20000	473540	88%	
Creencias	44	13500	487040	90%	B
Sillas fijas de metal	168	14280	501320	93%	
Repostereros	34	11900	513220	95%	
Estantes	54	16740	529960	98%	C
Módulos	10	10000	539960	100%	

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

c. Desperdicios

Retazos de melanina: se generan en el proceso de corte de las piezas. Algunas son reutilizadas en la fabricación de muebles de menor tamaño, mientras que otros son desechados, no teniendo ningún uso posible por parte de la empresa.

Otro desperdicio que se genera en la empresa son las envolturas, empaques de los accesorios en el proceso de ensamble y restos de tapacanto generado en el proceso de canteado de las piezas, todos estos ya no tienen ninguna utilidad posterior siendo desechados del área de producción.



Figura 3. Desperdicios del Proceso

3.2.2. Materiales e Insumos

- **Melamina**

También llamado DM o tablero de fibra de densidad media; fabricado a partir de elementos fibrosos básicos de madera prensados en seco. Presenta una estructura uniforme y homogénea y una textura fina que permite que sus dos caras y sus cantos tengan un acabado perfecto. Se trabaja prácticamente igual que la madera maciza, pudiéndose fresar y tallar incluso los cantos. Las dimensiones de la melamina empleada son de 2,44 x 2,15 metros, con un espesor de 18 mm.



Figura 4. Melamina

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

-

- **Tapacanto.**

Es un elemento muy importante en la fabricación de los muebles. Son básicamente tiras delgadas cuya función es ocultar los bordes de los tableros de melamina y de la madera.



Figura 5. Tapacanto

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

- **Pegamento**

Tiene la función de unir las piezas canteadas de melamina.

- **Tornillos**

Son elementos cuya función al igual que el pegamento, es unir las piezas canteadas, además de ser usadas para asegurar accesorios tales como bisagras, correderas, chapas y jaladeras.



Figura 6. Tornillos

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

-

- **Bisagras**

Mecanismo para la apertura o cierre de una puerta, ventana o tapa o para articular dos superficies; consiste en dos piezas metálicas o de plástico que están articuladas por un eje común y se fijan en dos superficies separadas, generalmente una móvil y otra fija, como una puerta o ventana y su marco, y permite el giro de una de estas piezas sobre la otra para juntar o separar las superficies.

- **Correderas**

Es una especie de ranura por la cual circulan ciertas piezas de melamina.

- **Chapas**

Son un mecanismo de metal, que se fijan en las puertas y/o cajones de los muebles tanto de melamina como madera.

-

- **Jaladeras**

Son accesorios que se accionan para abrir y cerrar los cajones y/o puertas de los muebles. Se emplean diversos diseños.

3.2.3. Proceso de producción

En general, los muebles fabricados con melamina pasan por el mismo proceso de producción, variando únicamente en los tiempos de proceso, dependiendo del tamaño del producto y de la cantidad de accesorios que éste tenga.

Para la fabricación de un escritorio lineal y un armario de oficina, la materia prima pasa por una serie de etapas que mayormente son de ensamble y acabados. A continuación, se detallan los procesos:

Recepción de la materia prima: El proceso se inicia con la recepción de la melamina. La materia prima en el proceso son la melamina, tapacanto, tornillos, pegamento y accesorios (como correderas, jaladeras, bisagras, chapas, entre otros), los cuales son suministrados por diversos proveedores, con los que ya llevan tiempo trabajando y por ende brindan confianza y seguridad a la empresa.

Inspección de la materia prima: La M.P. pasa por una inspección para verificar que no tengan algún defecto (rayones, guiñaduras, etc.), que pueda afectar la calidad del producto final.

Almacenamiento: la materia prima es llevada por los operarios al almacén, para ser utilizadas posteriormente durante el proceso de fabricación.

Selección de la materia prima: en el inicio del proceso el operario revisa el producto a fabricar de acuerdo con la orden de pedido. Este se dirige al almacén de materia prima para seleccionar la materia prima necesaria para cumplir con dicho pedido, ya sea por color, tamaño o espesor.

Transporte al área de producción: habiendo ya seleccionado el material el operario procede a transportarla al área de producción, para iniciar el proceso.

Despiece o habilitación: En esta etapa se hace la delineación o trazado de la melamina, buscando la manera óptima de hacerlo y el mejor aprovechamiento de la melamina, ya que la empresa no cuenta con un software que ayude a incrementar la eficiencia física de la melamina. Es por ello que se realiza esta etapa previa al cortado, con el fin de cumplir con las especificaciones del cliente en cuanto a dimensiones del mueble.

Transporte al área de cortado: la plancha de melamina es llevada a una máquina escuadradora para iniciar la etapa de cortado.

Preparación y carga de la melamina en la máquina: En primer lugar la máquina es limpiada por el operario con el fin de quitar algún desecho que dificulte la manipulación, luego la plancha de melamina es colocada en la máquina de corte. Esta operación es realizada por 1 operario

Cortado: En esta etapa la melamina es cortada según la delineación hecha en la etapa anterior. Esta operación se realiza con sumo cuidado evitando lastimar de algún modo la melamina, ya que podría afectar la calidad del producto final. En esta etapa existe mucha variación en los tiempos, ya que estos varían según el desempeño del mismo operario. Esta etapa es realizada por un operario que realiza las actividades de calibrado, corte y descarga, en la máquina; dichas actividades son detalladas más adelante mediante un diagrama Hombre- máquina.

Inspección de la melamina: las piezas cortadas son inspeccionadas para comprobar que estén aptas para la etapa posterior.

Transporte al área de canteado: las piezas cortadas son llevadas al área de canteado por un operario.

Canteado: se colocan los bordes a las piezas de melamina. Estos bordes son llamados canto; este proceso se realiza en una máquina canteadora.

Ensamblado: este proceso cuenta con muchas actividades como son el atornillado de las piezas, acoplamiento de las correderas y los jaladores, armado de cajones, colocación de las chapas, etc. Esta etapa es el cuello de botella en el proceso de producción ya que puede durar hasta dos horas según el tamaño del mueble. Esta operación es realizada por 2 operarios.

Acabado: Se da al mueble los acabados finales de acuerdo a la preferencia del cliente.

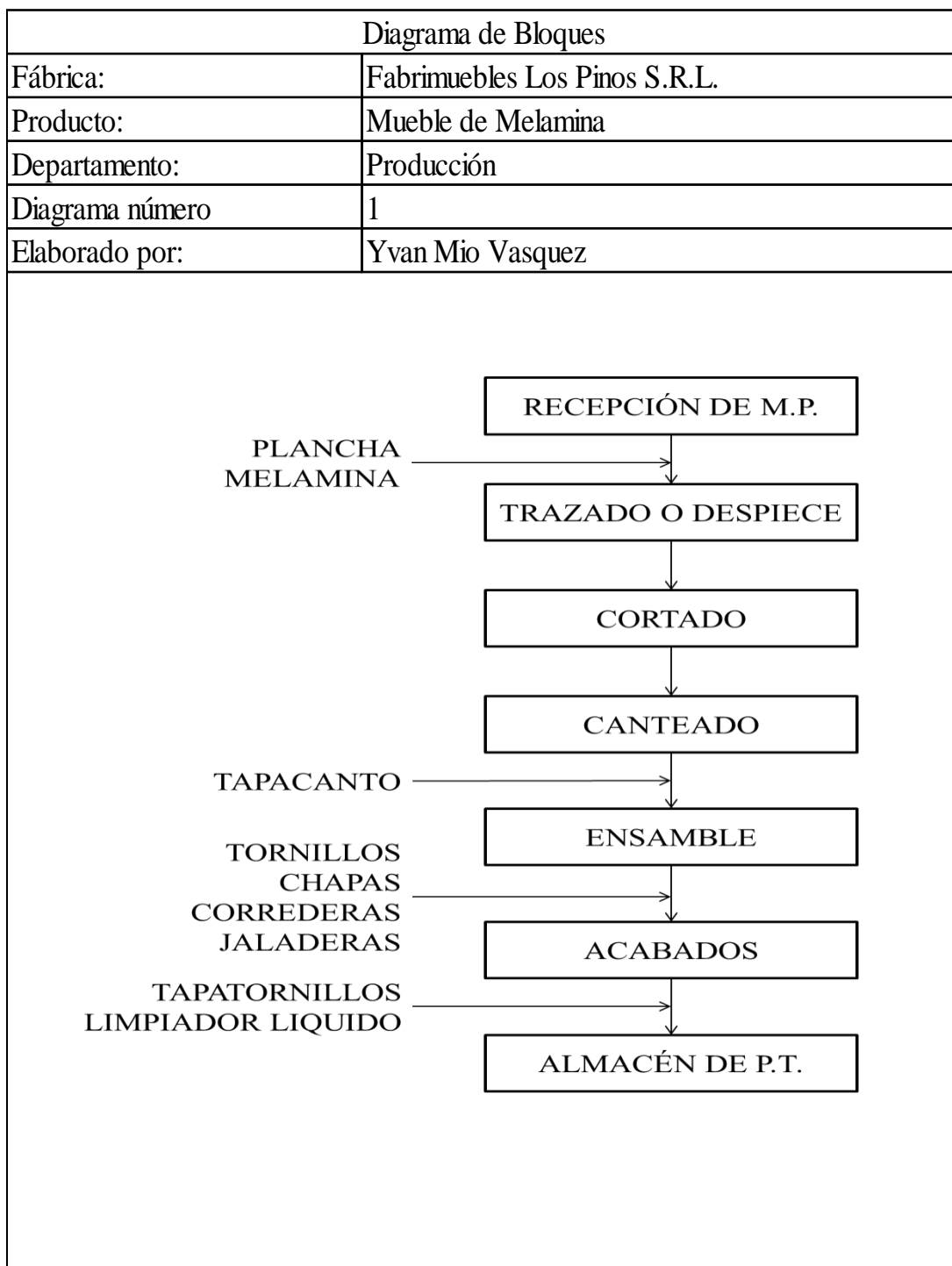


Figura 7. Diagrama de Bloques de un Mueble de Melamina

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

3.2.4. Sistema de Producción.

El sistema de producción de la empresa es intermitente, ya que cuenta con una amplia variedad de productos, además de adaptarse a los requerimientos de sus clientes. Esta empresa se caracteriza también por la flexibilidad, ya que es posible dejar de producir un producto, para iniciar a trabajar en otro; si se tratase de un pedido con mayor urgencia.

3.2.5. Análisis de la mano de obra

La empresa cuenta con 5 operarios dedicados a la producción de muebles de melamina. En su totalidad son trabajadores con grado de instrucción secundario, pero con experiencia en puestos similares. Por otra parte, algunos de ellos llevan operando en la empresa un tiempo mayor de 4 años, por lo que se puede asumir que conocen muy bien el proceso, a pesar de no haber recibido formación básica en actividades de habilitación o armado de muebles de melamina. A continuación, se muestra una tabla 3, en la cual se detalla el grado de educación, la experiencia previa en puestos similares y el tiempo que llevan realizando labores en esta empresa.

Tabla 3. Descripción del Recurso Humano de la Empresa

N°	Edad	Grado de educación	Experiencia previa de la mano de obra	Tiempo de servicio en la empresa
1	34	Secundaria	Carpintería	4 años
2	29	Secundaria	Carpintería	3 años
3	33	Secundaria	Carpintería	4 años
4	25	Secundaria	Aserradero y carpintería	2 años
5	26	Secundaria	Habilitación de melamina	2 años

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

En esta empresa los operarios trabajan de forma empírica, es decir en base a la experiencia, al no tener formación técnica en materias de ensamblaje de melamina, corte o canteado, es por ello que no cuentan con un método estándar definido.

3.2.6. Análisis para el Proceso de Producción

Para el análisis del proceso de elaboración de los muebles de melamina se realizó en primer lugar el cálculo del número de observaciones en base a un método estadístico al ser un proceso intermitente.

3.2.6.1. Cálculo del número de observaciones

La determinación de la cantidad de observaciones para llegar a un estándar equitativo es un tema que ha causado discusiones en analistas de estudios de tiempo. Existen diversos métodos para calcularlo.

Para determinar el número de observaciones en este estudio se utilizó un método estadístico, mediante este método es posible hallar un número más exacto. Para esto se realizó un muestreo preliminar (anexo 1) tomando 4 observaciones, del cual se tuvo un tiempo promedio de 8517 segundos.

$$n = \left(\frac{\theta xt}{k \bar{x}} \right)^2$$

Dónde:

θ = desviación estándar

t = distribución

k = una fracción aceptable de x

- Numero de observaciones para el escritorio lineal

El número de observaciones resultantes es de 7 y los tiempos obtenidos se muestran en la tabla 4. Cabe resaltar que los datos para este cálculo se tomaron de la etapa de cortado puesto que es la que muestra mayor variabilidad en los tiempos y es una etapa crítica debido a que se realiza en una máquina escuadradora de grandes dimensiones, por lo cual se tomara el mismo número de muestras para el resto de las etapas.

$$n = \left(\frac{1,045 \times 2,776}{0,05 \times 23,45} \right)^2 = 7$$

- Numero de observaciones para el armario de oficina

El número de observaciones resultantes es de 8 y los tiempos obtenidos se muestran en la tabla 5 usándose el mismo criterio que en los escritorios lineales de melamina.

$$n = \left(\frac{70,47 \times 2,776}{0,05 \times 1470,85} \right)^2 = 8$$

3.2.6.2. Cálculo del tiempo promedio

Partiendo del punto anterior se realizaron las siete observaciones durante el periodo agosto – octubre del 2018 para el escritorio lineal y 8 para el armario de oficina. Para esto se tomaron mediciones de tiempos a los operarios, mediante el empleo del método de regreso a cero. Se realizaron las observaciones de manera minuciosa. Dichas observaciones obtenidas se presentan en la tabla 4 y 5 que aparecen a continuación, en la cual se tienen 26 actividades en el proceso de elaboración de escritorios lineales y 27 en el proceso de armarios de oficina, siendo este último el de mayor tiempo.

Cabe mencionar que las observaciones realizadas en la empresa fueron tomadas a partir de las 9 de la mañana, es decir casi al inicio de la jornada laboral; hasta las 2 de la tarde. Esto con la finalidad de comparar tiempos cuando los operarios recién inician sus labores.

Tabla 4. Tiempo promedio del proceso de producción de Escritorios de Melamina

N	ACTIVIDAD	Tiempo medido (segundos)							SUMATORIA	t. prom (s)	t. prom (min)
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7			
1	Selección de MP	20	24	22	25	27	25	24	167	23,86	0,40
2	Transporte al área de producción	68	75	70	65	68	75	70	491	70,14	1,17
3	Despiece o habilitado	410	430	435	432	460	440	465	3072	438,86	7,31
4	Transporte a la cortadora	30	35	32	38	29	28	27	219	31,29	0,52
5	Preparar la cortadora	40	70	65	60	65	61	71	432	61,71	1,03
6	Cortado de la melamina	1210	1304	1322	1280	1292	1312	1351	9071	1295,86	21,60
7	Inspección de la pieza cortada	95	90	80	100	89	84	73	611	87,29	1,45
8	Transporte a la canteadora	60	85	82	85	88	85	90	575	82,14	1,37
9	Canteado de las piezas	1140	1285	1000	1190	1300	1130	1025	8070	1152,86	19,21
10	Inspección de la pieza	223	250	260	256	255	234	200	1678	239,71	4,00
11	Espera de las piezas	740	520	780	710	710	720	710	4890	698,57	11,64
12	Transporte al área de ensamblado	50	30	40	60	45	52	56	333	47,57	0,79
13	coloca las piezas en la mesa de ensamble	20	25	20	24	20	24	20	153	21,86	0,36
14	Ir al almacén	60	70	40	68	70	70	60	438	62,57	1,04
15	Seleccionar accesorios	65	50	40	45	65	72	64	401	57,29	0,95
16	Llevar accesorios a ensamble	80	85	50	88	86	70	82	541	77,29	1,29
17	Armado laterales + plancha superior	95	105	115	102	133	120	125	795	113,57	1,89
18	Ensamblar contrafrente	50	65	70	60	64	59	72	440	62,86	1,05
19	Insertar división vertical	58	68	71	62	66	67	78	470	67,14	1,12
20	colocar correderas	240	270	300	250	310	280	320	1970	281,43	4,69
21	Armado de cajones	925	960	920	1000	935	1010	988	6738	962,57	16,04
22	Coloca chapas a cajones	80	85	75	88	86	70	82	566	80,86	1,35
23	Colocar jaladeras y correderas a los cajones	310	325	300	365	370	350	385	2405	343,57	5,73
24	Ensamblar cajones	303	280	280	299	310	322	294	2088	298,29	4,97
25	acabados	250	254	350	260	320	286	376	2096	299,43	4,99
26	Transporte a almacén	260	350	350	340	380	326	335	2341	334,43	5,57
Total (segundos)		8008	8657	10292	8689	9330	9312	9275	63563	7293,00	121,55

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

En la tabla anterior se detallan las 7 muestras tomadas para los escritorios lineales de melanina, estas fueron tomadas en el periodo de agosto a octubre del 2018.

El total de tiempos promedio de todas las actividades suman 121,55 minutos, siendo las actividades más críticas las de ensamble, al ser este el cuello de botella del proceso productivo.

En esta se puede observar la variación en los tiempos. Dicha variabilidad se debe, por una parte, a la ausencia de un método estándar por falta de formación en los operarios, como se mencionó anteriormente en la tabla 3 o por falta de orden en la distribución de áreas y equipos.

En la tabla 05 se muestran los datos observados para el cálculo del tiempo promedio de un armario de oficina

Tabla 5. Tiempo promedio del proceso de producción de armarios de oficina

N	Actividades	Tiempo medido (s/unidad)								SUMATORIA	t. prom (s)
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7	Muestra 8		
1	Selección de la MP	23	28	25	29	31	29	28	29	221	28
2	Transporte al área de producción	78	86	81	75	78	86	81	75	639	80
3	Despiece o habilitado	472	495	500	497	529	506	535	497	4030	504
4	Transporte a la cortadora	35	40	37	44	33	32	31	44	296	37
5	Preparar la cortadora	46	81	75	69	75	70	82	69	566	71
6	Cortado de la melamina	1392	1500	1520	1472	1486	1509	1554	1472	11904	1488
7	Inspección de la pieza cortada	109	104	92	115	102	97	84	115	818	102
8	Transporte a la canteadora	69	98	94	98	101	98	104	98	759	95
9	Cantado de las piezas	1311	1478	1150	1369	1495	1300	1179	1369	10649	1331
10	Inspección de la pieza	256	288	299	294	293	269	230	294	2224	278
11	Espera de las piezas	851	598	897	817	817	828	817	817	6440	805
12	Transporte al área de ensamblado	58	35	46	69	52	60	64	69	452	56
13	Coloca las piezas en la mesa de ensamble	23	29	23	28	23	28	23	28	204	25
14	Ir al almacén	69	81	69	78	81	81	69	78	605	76
15	Seleccionar accesorios	120	105	110	115	120	115	110	105	900	113
16	Llevar accesorios a ensamble	92	98	92	101	99	93	94	101	770	96
17	colocar laterales a la base inferior del marco	238	230	240	254	245	250	230	240	1927	241
18	Insertar base superior al marco	70	78	82	71	76	77	80	86	620	78
19	Insertar divisiones horizontales	238	230	240	254	245	250	230	240	1927	241
20	Insertar divisiones verticales	245	270	280	270	290	245	270	82	1952	244
21	Colocar correderas al marco	240	280	270	260	300	270	240	250	2110	264
22	Armado cajones	1071	1112	1065	1158	1083	1170	1144	1158	8961	1120
23	Colocar chapas a cajones	230	260	235	270	280	240	260	235	2010	251
24	Colocar correderas y jaladeras	310	325	300	365	370	350	385	300	2705	338
25	Ensamblar cajones	303	280	280	299	310	322	294	280	2368	296
26	Acabados	250	254	350	260	320	286	376	350	2446	306
27	Transporte a almacén	340	350	350	340	380	326	335	350	2771	346
	Total	8538	8809	8802	9069	9313	8985	8927	8829		8909

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

En promedio para la producción de armarios de oficina, los operarios se toman 148,5 minutos en el desarrollo de sus actividades como lo muestra la tabla anterior. En esta se puede observar la variabilidad en los tiempos al igual que en los escritorios, siendo las etapas más críticas las actividades correspondientes al ensamble de las piezas para ambos productos.

En esta se puede observar la variación en los tiempos. Dicha variabilidad se debe, por una parte, a la ausencia de un método estándar por falta de formación en los operarios, como se mencionó anteriormente en la tabla N°3 o por falta de orden en la distribución de áreas y equipos.

3.2.6.3. Análisis del cuello de botella

- **Escritorios lineales**

La operación cuello de botella es la etapa de ensamble y acabados, tal y como aparece en las muestras realizadas. Esta etapa demora 44,8 minutos en promedio. Ésta es realizada por un operario y un ayudante, los cuales realizan determinadas actividades, que se encuentran detalladas en la tabla siguiente

Tabla 6. Detalle de Actividades en el Cuello de Botella

Ayudante		Operario	
Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
Ir al almacén	1,04	Ir al almacén	1,04
Seleccionar accesorios	0,95	Seleccionar accesorios	0,95
Llevar accesorios a ensamble	1,29	Llevar accesorios a ensamble	1,29
Armado laterales + plancha superior	1,89	Armado de cajones	16,04
Ensamblar contrafrente	1,05	Coloca chapas a cajones	4,2
Insertar división vertical	1,12	Colocar jaladeras y correderas a los cajones	5,73
Colocar correderas acabados	4,69	Ensamblar cajones acabados	5
Transporte a almacén	5,57	Transporte a almacén	4,99
			5,57
Total	22,6	Total	44,8

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Se puede observar que las actividades no se encuentran equilibradas en cuanto a tiempo, esto se debe a que el ayudante de ensamble no se encuentra capacitado para realizar ciertas actividades que deben ser llevadas a cabo por el operario y que requieren de más cuidado, además de experiencia para realizarlas.

Cada operario tiene sus actividades definidas, las cuales son realizadas simultáneamente, hasta llegar a la operación de acabados, esta es realizada tanto por el operario como por el ayudante.

El ayudante de ensamble se encuentra poco más del 50% sin realizar alguna actividad productiva, es decir 22.2 minutos del total del ciclo.

- **Armarios de oficina**

La operación cuello de botella de este producto también es la etapa de ensamble y acabados. Esta dura en promedio 44,3 minutos. Esta es realizada por un operario y un ayudante, los cuales realizan determinadas actividades, que se encuentran detalladas en la tabla siguiente

Tabla 7. Detalle de Actividades en el Cuello de Botella

Ayudante		Operario	
Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
Ir al almacén	1,3	Ir al almacén	1,3
Seleccionar accesorios	1,9	Seleccionar accesorios	1,9
Llevar accesorios a ensamble	1,6	Llevar accesorios a ensamble	1,6
colocar laterales a la base inferior del marco	4,0	Armado cajones	18,7
Insertar base superior al marco	1,3	Colocar chapas a cajones	4,2
Insertar divisiones horizontales	4,0	Colocar correderas y jaladeras	5,6
Insertar divisiones verticales	4,1	ensamblar cajones	4,9
colocar correderas al marco	4,4		
acabados	5,1	acabados	5,1
transporte a almacén	5,8	transporte a almacén	5,8
Total	32,7	Total	49,31

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Al igual que los escritorios lineales, en el ensamble del armario de oficina se puede observar que las actividades no se encuentran equilibradas en cuanto a tiempo, esto se debe a que el ayudante de ensamble no se encuentra capacitado para realizar ciertas actividades que son llevadas a cabo por el operario y que requieren de más cuidado, además de experiencia para realizarlas.

El ayudante de ensamble se encuentra el 35% del tiempo sin realizar alguna actividad productiva, es decir 15 minutos del total del ciclo.

3.2.6.4. Cursograma analítico

Se realizó una representación gráfica del proceso productivo de los escritorios de melanina y los armarios de oficina mediante un cursograma analítico del proceso, los cuales se adjuntan en las figuras 07 y 08.

Para la elaboración de este, se emplearon los tiempos promedio detallados en la tabla N° 3 y 04, encontradas por medio de observaciones.

En este diagrama se muestran un total de 28 actividades que incluyen 16 operaciones, 2 inspecciones, 7 transportes y 3 demoras para el caso de los escritorios; y 29 actividades para el caso de los armarios de oficina. Todas estas actividades nos dan un tiempo de ciclo de 141 y 166,2 minutos respectivamente.

Además, se muestran las distancias recorridas en las actividades referentes al transporte, que dan un total de 53 metros recorridos en la fabricación tanto de escritorios como para los armarios.

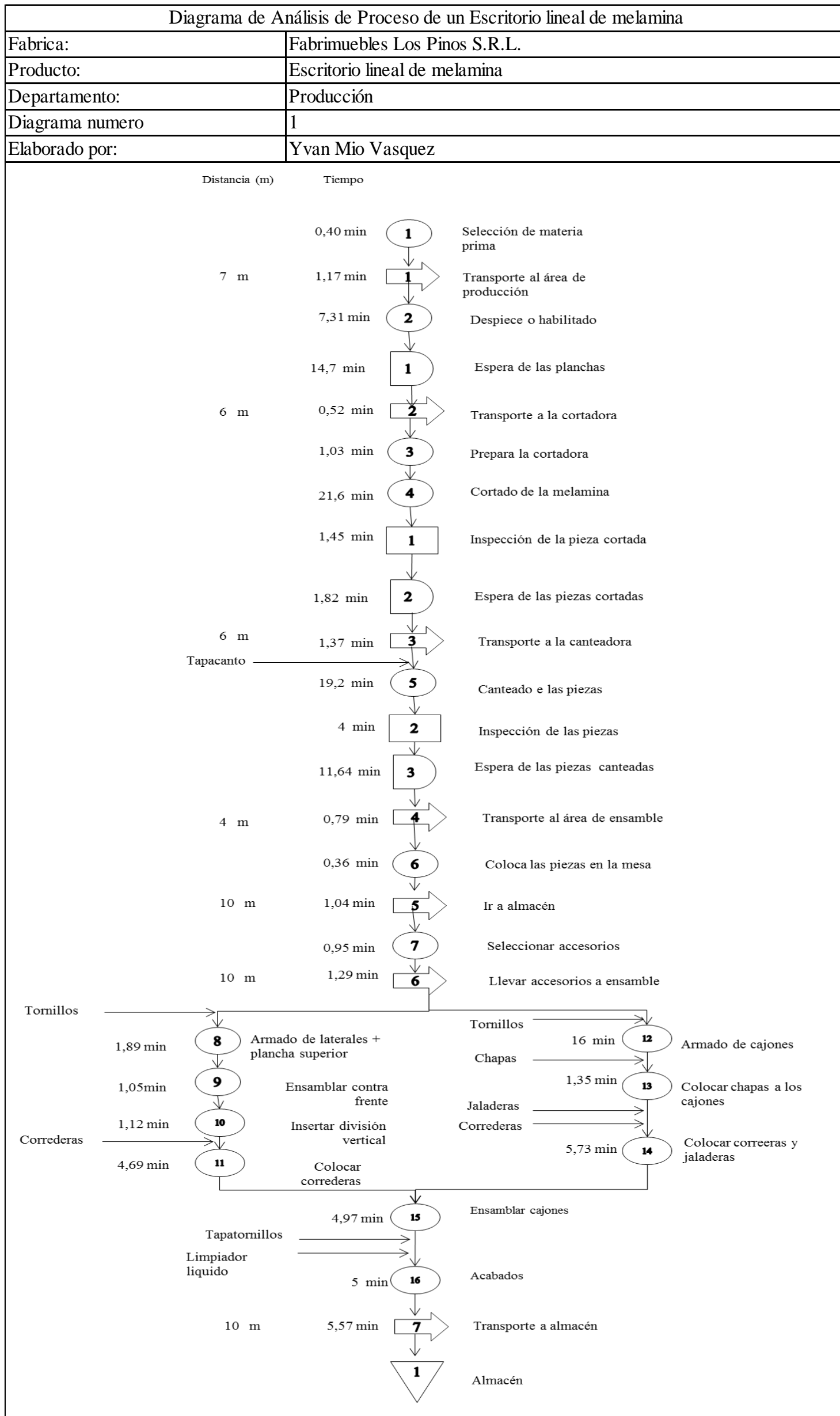


Figura 8. Diagrama de operaciones de un Escritorio Lineal de melamina

Fuente: "FABRIMUEBLES LOS PINOS SRL"

- Resumen de actividades del escritorio lineal de melamina

Tabla 8. Resumen de actividades

Resumen de las actividades	
Operaciones	95,6
Inspecciones	5,5
Transporte	11,8
Demora	28,2
Tiempo total	141 minutos

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

$$\% \text{ tareas productivas} = \frac{95,6 + 5,5}{141} \times 100 = 72\%$$

$$\% \text{ tareas improductivas} = \frac{11,8 + 28,2}{141} \times 100 = 28\%$$

Las actividades improductivas representan el 28 % del total del tiempo empleado para la fabricación de un escritorio de melamina con 40 minutos, mientras que las actividades productivas el 72%, es decir 101 minutos.

Las demoras del proceso se deben a que los tiempos en las estaciones o áreas de trabajo no están equiparados, es decir que la materia prima al salir de cada etapa debe esperar a que los operarios de la estación contigua acaben sus labores. Dicha demora se puede eliminar o reducir si el proceso estuviera equilibrado.

Según Gómez, Luis, en su libro productividad, un enfoque integral, en cuanto el proceso no está normalizado el trabajo improductivo se puede reducir considerablemente, motivo por el cual se asume que el proceso se puede mejorar.

A continuación, en la figura 08 se realizó el gráfico del diagrama de Análisis de proceso, también llamado cursograma analítico, en el cual se muestra la trayectoria de la melamina hasta convertirse en producto terminado (escritorio lineal).

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE UN ESCRITORIO LINEAL DE MELAMINA									
Objeto del diagrama: Fabricación de un mueble					RESUMEN				
Inicio del diagrama: selección de la materia prima		Actividad	Cantidad	Tiempo (min.)	Total activ.	28			
		Operación	16	95,6	Total min.	141			
		Transporte	7	11,8	Distancia total	53 m.			
Término del diagrama: Almacenamiento del producto final		Inspección	2	5,5	FIRMA				
		Demora	3	28,2					
				-					
Elaborado por: Yván José Mio Vasquez		Fecha:		10/2018					
N°	Descripción	Actividad					Tiempo (minutos)	Distancia (m)	Observaciones
		○	➔	□	D	▽			
1	Selección de MP	○					0,40		1 operario
2	Transporte al area de produccion		➔				1,17	7	
3	Despiece o habilitado	○					7,31		
4	Espera de las planchas				D		14,72		
5	Transporte a la cortadora		➔				0,52	6	1 operario
6	Preparar la cortadora	○					1,03		
7	Cortado de la melamina	○					21,60		
8	Inspección de la pieza cortada			□			1,45		
9	Espera de las piezas cortadas				D		1,82		
10	Transporte a la canteadora		➔				1,37	6	1 operario
11	Canteado de las piezas	○					19,21		
12	Inspecciond ela pieza			□			4,00		
13	Espera de las piezas				D		11,64		
14	Transporte al área de ensamblado		➔				0,79	4	1 operario + 1 ayudante
15	Coloca las piezas en la mesa de ensamble		○				0,36		
16	Ir al almacén		➔				0,95	10	
17	Seleccionar accesorios	○					1,29		
18	Llevar accesorios a ensamble		➔				1,89	10	
19	Armado laterales + plancha superior	○					1,05		
20	Ensamblar contrafrente	○					1,12		
21	Insertar división vertical	○					16,04		
22	Armado de cajones	○					1,35		
23	Coloca chapas a cajones	○					5,73		
24	Colocar jaladeras y correderas a los cajones	○					0,95		
25	Ensamblar cajones	○					4,02		
26	Ensamblado general	○					4,99		
27	acabados	○					5,57		
28	Transporte a almacén		➔				117	10	
TOTAL							141	53	

Figura 9. Cursograma Analítico del Proceso de elaboración del Escritorio lineal

Fuente: Fabrimuebles los Pinos S.R.L

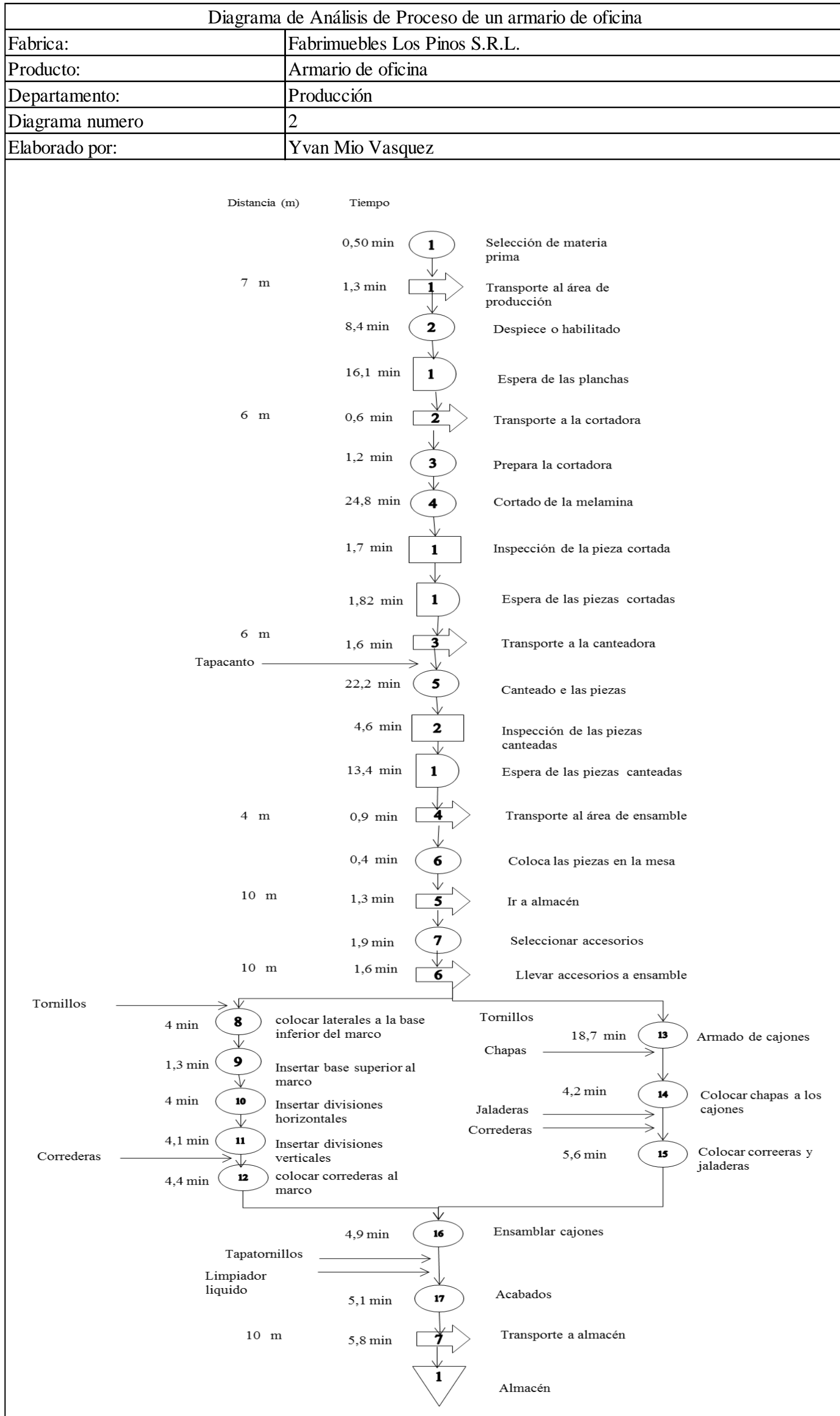


Figura 10. Diagrama de Operaciones de un Armario de oficina
 Fuente: "FABRIMUEBLES LOS PINOS SRL"

- Resumen de actividades del armario de oficina

Tabla 9. Resumen de actividades

Resumen de las actividades	
Operaciones	115,6
Inspecciones	6,3
Transporte	13,2
Demora	31,2
Tiempo total	166,2 minutos

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

$$\% \text{ tareas productivas} = \frac{115,6 + 6,3}{166,2} \times 100 = 73,3\%$$

$$\% \text{ tareas improductivas} = \frac{13,2 + 31,2}{166,2} \times 100 = 26,7\%$$

Las actividades improductivas representan el 26,7 % del total del tiempo empleado para la producción de un armario de oficina con 44,4 minutos, mientras que las actividades productivas el 73,3%, es decir 121,9 minutos.

Las demoras del proceso al igual que en el caso de los escritorios se deben a que los tiempos en las estaciones o áreas de trabajo no están equiparados, es decir que la materia prima al salir de cada etapa debe esperar a que los operarios de la estación contigua acaben sus labores.

Según Gómez, Luis, en su libro productividad, un enfoque integral, en cuanto el proceso no está normalizado el trabajo improductivo se puede reducir considerablemente, motivo por el cual se asume que el proceso se puede mejorar.

A continuación, en la figura 09 se realizó el gráfico del diagrama de Análisis de proceso, también llamado cursograma analítico, en el cual se muestra la trayectoria de la melamina hasta convertirse en producto terminado (armario de oficina).

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE UN ARMARIO DE OFICINA									
Objeto del diagrama: Fabricación de un mueble					RESUMEN				
Inicio del diagrama: selección de la materia prima		Actividad	Cantidad	Tiempo (min.)	Total activ.	29			
		Operación	17	115,6	Total min.	166,2			
		Transporte	7	13,1	Distancia total	53 m.			
Término del diagrama: Almacenamiento del producto final		Inspección	2	6,3	FIRMA				
		Demora	3	31,2					
		Almacén	-	-					
Elaborado por:	Yván José Mio Vasquez	Fecha:	10/2018						
Nº	Descripción	Actividad					Tiempo (minutos)	Distancia (m)	Observaciones
		○	⇒	□	D	▽			
1	Selección de MP	○					0,5		1 operario
2	Transporte al area de produccion		⇒				1,3	7	
3	Despiece o habilitado	○					8,4		
4	Espera de la plancha				D		16,1		
5	Transporte a la cortadora		⇒				0,6	6	1 operario
6	Preparar la cortadora	○					1,2		
7	Cortado de la melamina	○					24,8		
8	Inspección de la pieza cortada			□			1,7		
9	Espera de las piezas cortadas				D		1,6		
10	Transporte a la canteadora		⇒				1,6	6	1 operario
11	Canteado de las piezas	○					22,2		
12	Inspecciond ela pieza			□			4,6		
13	Espera de las piezas canteadas				D		13,4		
14	Transporte al área de ensamblado		⇒				0,9	4	1 operario + 1 ayudante
15	Coloca las piezas en la mesa de ensamble		○				0,4		
16	Ir al almacén		⇒				1,3	10	
17	Seleccionar accesorios	○					1,9		
18	Llevar accesorios a ensamble		⇒				1,6	10	
19	Colocar laterales a la base inferior del marco	○					4,0		
20	Insertar base superior al marco	○					1,3		
21	Insertar divisiones horizontales	○					4,0		
22	Insertar divisiones verticales	○					4,1		
23	Colocar correderas al marco	○					4,4		
24	Armado de cajones	○					18,7		
25	Colocar chapas a los cajones	○					4,2		
26	Colocar correderas y jaladeras	○					5,6		
27	Ensamblado de cajones	○					4,9		
28	acabados	○					5,1		
29	Transporte a almacén		⇒				5,8	10	
TOTAL							166,2	53	

Figura 11. Cursograma analítico del proceso de elaboración del Armario de oficina

Fuente: Fabrimuebles los Pinos S.R.L

3.2.6.5. Diagrama Hombre – máquina de la estación de corte

- **Diagrama Hombre – Máquina para escritorios lineales de melamina**

La empresa cuenta en la estación de corte con una sola máquina escuadradora para la línea de melamina, la cual es manipulada por un operario. Para el diagnóstico de ésta máquina se realizó un diagrama Hombre- Máquina, en el que se detalla la secuenciación de actividades, así como el tiempo que toma cada una de estas, además de los tiempos muertos tanto del operario como de la máquina.

A continuación, en la figura se presenta el diagrama Hombre- Maquina

Tabla 10. Diagrama Hombre- Máquina de la Escuadradora (Escritorios de Melamina)

TIEMPO	OPERARIO	HOM.	MAQ.	MAQUINA
40 s	Transportar plancha			Tiempo ocioso
3 min 10 s	Limpiar la maquina			
3 min 40 s	Colocar plancha			
3 min 53	Calibrado			Calibrado
4 min 8 s	Corte			Corte
4 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
4 min 33s	Calibrado			Calibrado
4 min 48 s	Corte			Corte
5 min	Descarga			Tiempo ocioso
5 min 13 s	Calibrado			Calibrado
5 min 28 s	Corte			Corte
5 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
5 min 53 s	Calibrado			Calibrado
6min 8 s	Corte			Corte
6 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
6 min 33s	Calibrado			Calibrado
6 min 48 s	Corte			Corte
7 min	Descarga			Tiempo ocioso
7 min 13 s	Calibrado			Calibrado
7 min 28 s	Corte			Corte
7 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
7 min 53 s	Calibrado			Calibrado
8 min 8s	Corte			Corte
8 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
8 min 33 s	Calibrado			Calibrado
8 min 48 s	Corte			Corte
9 min	Descarga			Tiempo ocioso
9 min 13 s	Calibrado			Calibrado
9 min 28 s	Corte			Corte

9 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
9 min 53 s	Calibrado			Calibrado
10 min 8 s	Corte			Corte
10 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
10 min 33 s	Calibrado			Calibrado
10 min 48 s	Corte			Corte
11 min	Descarga			Tiempo ocioso
11 min 13 s	Calibrado			Calibrado
11 min 28 s	Corte			Corte
11 min 40	Descarga			Tiempo ocioso
11 min 53	Calibrado			Calibrado
12 min 8 s	Corte			Corte
12 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
12 min 33 s	Calibrado			Calibrado
12 min 48 s	Corte			Corte
13 min	Descarga			Tiempo ocioso
13 min 13 s	Calibrado			Calibrado
13 min 28 s	Corte			Corte
13 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
13 min 53 s	Calibrado			Calibrado
14 min 8 s	Corte			Corte
14 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
14 min 33 s	Calibrado			Calibrado
14 min 48 s	Corte			Corte
15 min	Descarga			Tiempo ocioso
15 min 13 s	Calibrado			Calibrado
15 min 28 s	Corte			Corte
15 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
15 min 53 s	Calibrado			Calibrado
16 min 8 s	Corte			Corte
16 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
16 min 33 s	Calibrado			Calibrado
16 min 48 s	Corte			Corte
17 min	Descarga			Tiempo ocioso
17 min 13 s	Calibrado			Calibrado
17 min 28 s	Corte			Corte
17 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
17 min 53 s	Calibrado			Calibrado
18 min 8 s	Corte			Corte
18 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
18 min 33 s	Calibrado			Calibrado
18 min 48 s	Corte			Corte
19 min	Descarga			Tiempo ocioso
19 min 13 s	Calibrado			Calibrado
19 min 28 s	Corte			Corte
19 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
19 min 53 s	Calibrado			Calibrado
20 min 8 s	Corte			Corte
20 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso

20 min 33s	Calibrado			Calibrado
20 min 48 s	Corte			Corte
21 min	Descarga			Tiempo ocioso
21 min 13 s	Calibrado			Calibrado
21 min 28 s	Corte			Corte
21 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
21 min 53 s	Calibrado			Calibrado
22 min 8 s	Corte			Corte
22 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
22 min 33 s	Calibrado			Calibrado
22 min 48 s	Corte			Corte
23 min	Descarga			Tiempo ocioso
23 min 13 s	Calibrado			Calibrado
23 min 28 s	Corte			Corte
23 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
25 min 40s	Inspección			Tiempo ocioso

Fuente: Fabrimuebles los Pinos S.R.L

En este diagrama se puede observar que el operario se encuentra ocupado todo el tiempo, mientras que la maquina tiene 13,5 minutos sin ser empleada por el operario, lo cual influye en los gastos de operación de la máquina. A continuación, se halló la utilización de la máquina.

$$\sum Total\ Horas\ Hombre = 0,43\ horas$$

$$\sum Total\ Horas\ Maquina = 0,23\ horas$$

Tiempo ocioso de la maquina =12,17 minutos

Tiempo productivo de la maquina =14 minutos

$$utilización\ de\ la\ maquina = \frac{14}{26,17} \times 100$$

$$utilización\ de\ la\ maquina = 53,8\ \%$$

La máquina cortadora está el 53,8% del tiempo total de la operación desocupada, como se observa en el diagrama hombre- máquina. Esto genera pérdidas para la empresa debido a que en ese lapso dicha maquina se encuentra encendida

Además, se observa que esto se debe a que el operario se encuentra solo en esta etapa y debe realizar la descarga de las piezas para colocarlas en la mesa de trabajo.

- **Diagrama Hombre – Máquina para armarios de oficina**

Al igual que para los escritorios, se realizó un diagrama Hombre maquina al el corte de piezas para un armario de oficina, el cual aparece en la siguiente figura

Tabla 11. Diagrama hombre- máquina de la Escuadradora (armarios de oficina)

TIEMPO	OPERARIO	HOM.	MAQ.	MAQUINA
40 s	Transportar plancha			Tiempo ocioso
3 min 10 s	Limpiar la maquina			
3 min 40 s	Colocar plancha			
3 min 53	Calibrado			Calibrado
4 min 8 s	Corte			Corte
4 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
4 min 33s	Calibrado			Calibrado
4 min 48 s	Corte			Corte
5 min	Descarga			Tiempo ocioso
5 min 13 s	Calibrado			Calibrado
5 min 28 s	Corte			Corte
5 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
5 min 53 s	Calibrado			Calibrado
6min 8 s	Corte			Corte
6 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
6 min 33s	Calibrado			Calibrado
6 min 48 s	Corte			Corte
7 min	Descarga			Tiempo ocioso
7 min 13 s	Calibrado			Calibrado
7 min 28 s	Corte			Corte
7 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
7 min 53 s	Calibrado			Calibrado
8 min 8s	Corte			Corte
8 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
8 min 33 s	Calibrado			Calibrado
8 min 48 s	Corte			Corte
9 min	Descarga			Tiempo ocioso
9 min 13 s	Calibrado			Calibrado
9 min 28 s	Corte			Corte
9 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
9 min 53 s	Calibrado			Calibrado
10 min 8 s	Corte			Corte
10 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
10 min 33 s	Calibrado			Calibrado
10 min 48 s	Corte			Corte
11 min	Descarga			Tiempo ocioso
11 min 13 s	Calibrado			Calibrado
11 min 28 s	Corte			Corte

11 min 40	Descarga			Tiempo ocioso
11 min 53	Calibrado			Calibrado
12 min 8 s	Corte			Corte
12 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
12 min 33 s	Calibrado			Calibrado
12 min 48 s	Corte			Corte
13 min	Descarga			Tiempo ocioso
13 min 13 s	Calibrado			Calibrado
13 min 28 s	Corte			Corte
13 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
13 min 53 s	Calibrado			Calibrado
14 min 8 s	Corte			Corte
14 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
14 min 33 s	Calibrado			Calibrado
14 min 48 s	Corte			Corte
15 min	Descarga			Tiempo ocioso
15 min 13 s	Calibrado			Calibrado
15 min 28 s	Corte			Corte
15 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
15 min 53 s	Calibrado			Calibrado
16 min 8 s	Corte			Corte
16 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
16 min 33 s	Calibrado			Calibrado
16 min 48 s	Corte			Corte
17 min	Descarga			Tiempo ocioso
17 min 13 s	Calibrado			Calibrado
17 min 28 s	Corte			Corte
17 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
17 min 53 s	Calibrado			Calibrado
18 min 8 s	Corte			Corte
18 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
18 min 33 s	Calibrado			Calibrado
18 min 48 s	Corte			Corte
19 min	Descarga			Tiempo ocioso
19 min 13 s	Calibrado			Calibrado
19 min 28 s	Corte			Corte
19 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
19 min 53 s	Calibrado			Calibrado
20 min 8 s	Corte			Corte
20 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
20 min 33s	Calibrado			Calibrado
20 min 48 s	Corte			Corte
21 min	Descarga			Tiempo ocioso
21 min 13 s	Calibrado			Calibrado
21 min 28 s	Corte			Corte
21 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
21 min 53 s	Calibrado			Calibrado
22 min 8 s	Corte			Corte
22 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso

22 min 33 s	Calibrado			Calibrado
22 min 48 s	Corte			Corte
23 min	Descarga			Tiempo ocioso
23 min 13 s	Calibrado			Calibrado
23 min 28 s	Corte			Corte
23 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
23 min 53s	Calibrado			Calibrado
24 min 8 s	Corte			Corte
24 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
24 min 33s	Calibrado			Calibrado
24 min 48 s	Corte			Corte
25 min	Descarga			Tiempo ocioso
25 min 13 s	Calibrado			Calibrado
25 min 28 s	Corte			Corte
25 min 40 s	Descarga			Tiempo ocioso
25 min 53 s	Calibrado			Calibrado
26 min 8 s	Corte			Corte
26 min 20 s	Descarga			Tiempo ocioso
26 min 33 s	Calibrado			Calibrado
26 min 48 s	Corte			Corte
27 min	Descarga			Tiempo ocioso
29 min 10 s	Inspección			Tiempo ocioso

Fuente: Fabrimuebles los Pinos S.R.L
Elaboración propia

En este diagrama se puede observar que el operario se encuentra ocupado todo el tiempo, mientras que la maquina tiene 13,17 minutos sin ser ocupada por el operario, lo cual influye en los gastos de operación de la máquina. A continuación, se muestra la utilización de la máquina Escuadradora.

$$\sum Total\ Horas\ Hombre = 0,5\ horas$$

$$\sum Total\ Horas\ Maquina = 0,27\ horas$$

Tiempo ocioso de la maquina =13,17 minutos

Tiempo productivo de la maquina =16 minutos

$$utilización\ de\ la\ maquina = \frac{16}{29,17} \times 100$$

utilización de la maquina = 54,8 %

La máquina cortadora está el 54,8% del tiempo total de la operación desocupada, como se observa en el diagrama hombre- máquina. Esto genera pérdidas para la empresa debido a que en ese lapso dicho equipo se encuentra encendido; y al igual que en escritorios se observa que esto se debe a que el operario se encuentra solo en esta etapa y debe realizar la descarga de las piezas para colocarlas en la mesa de trabajo.

3.2.6.1. Diagrama de recorrido

Se realizó un diagrama de recorrido para determinar los cruces existentes durante la producción de los escritorios. En este diagrama se puede ver que existen muchos cruces durante las trayectorias que realiza el operario. Además, la distancia que recorre es de 53 metros, de acuerdo al Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) mostrado en la pág. 36 y 39.

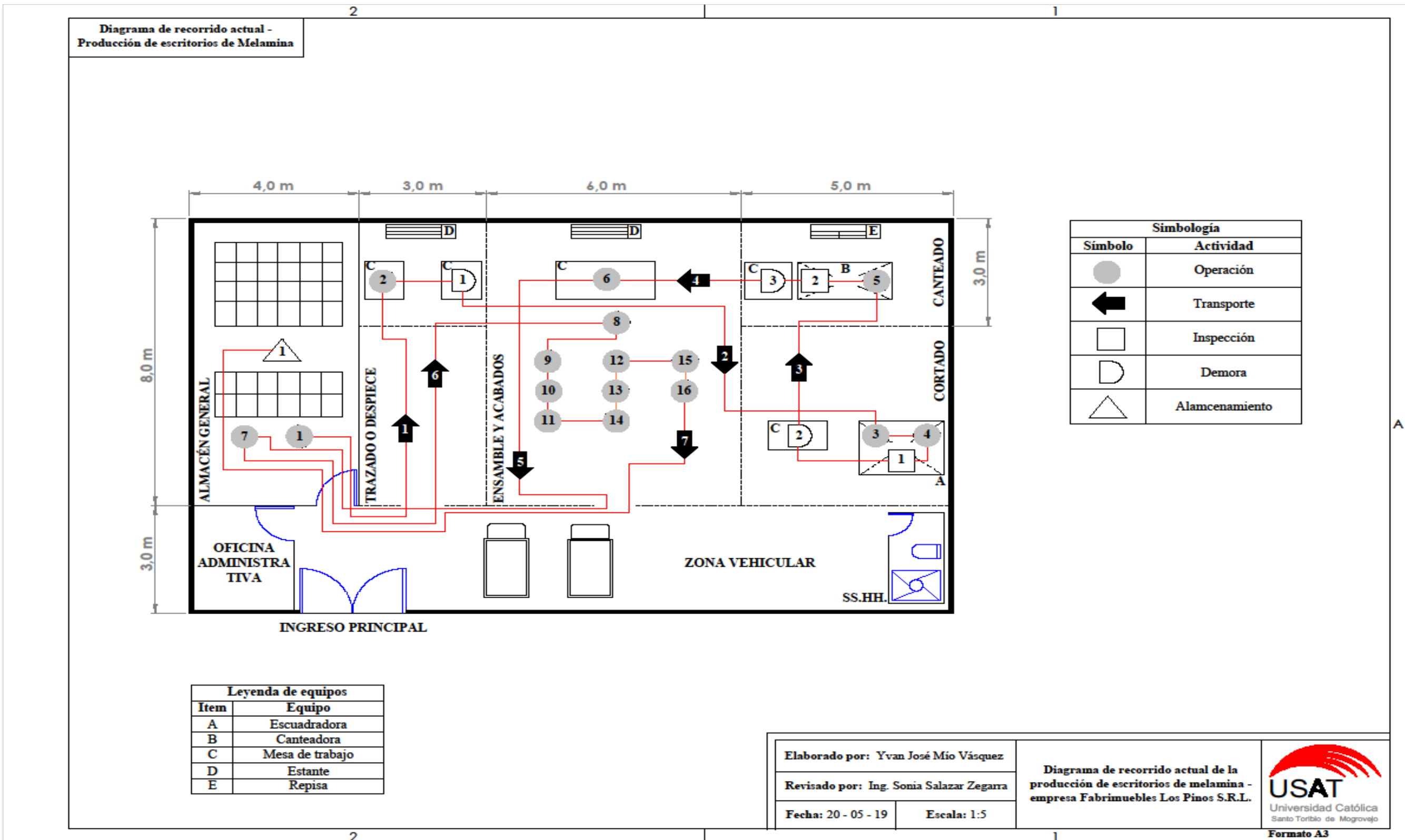


Figura 12. Diagrama de Recorrido del Proceso de Elaboración del Escritorio Lineal

Fuente: Fabrimuebles los Pinos S.R.L

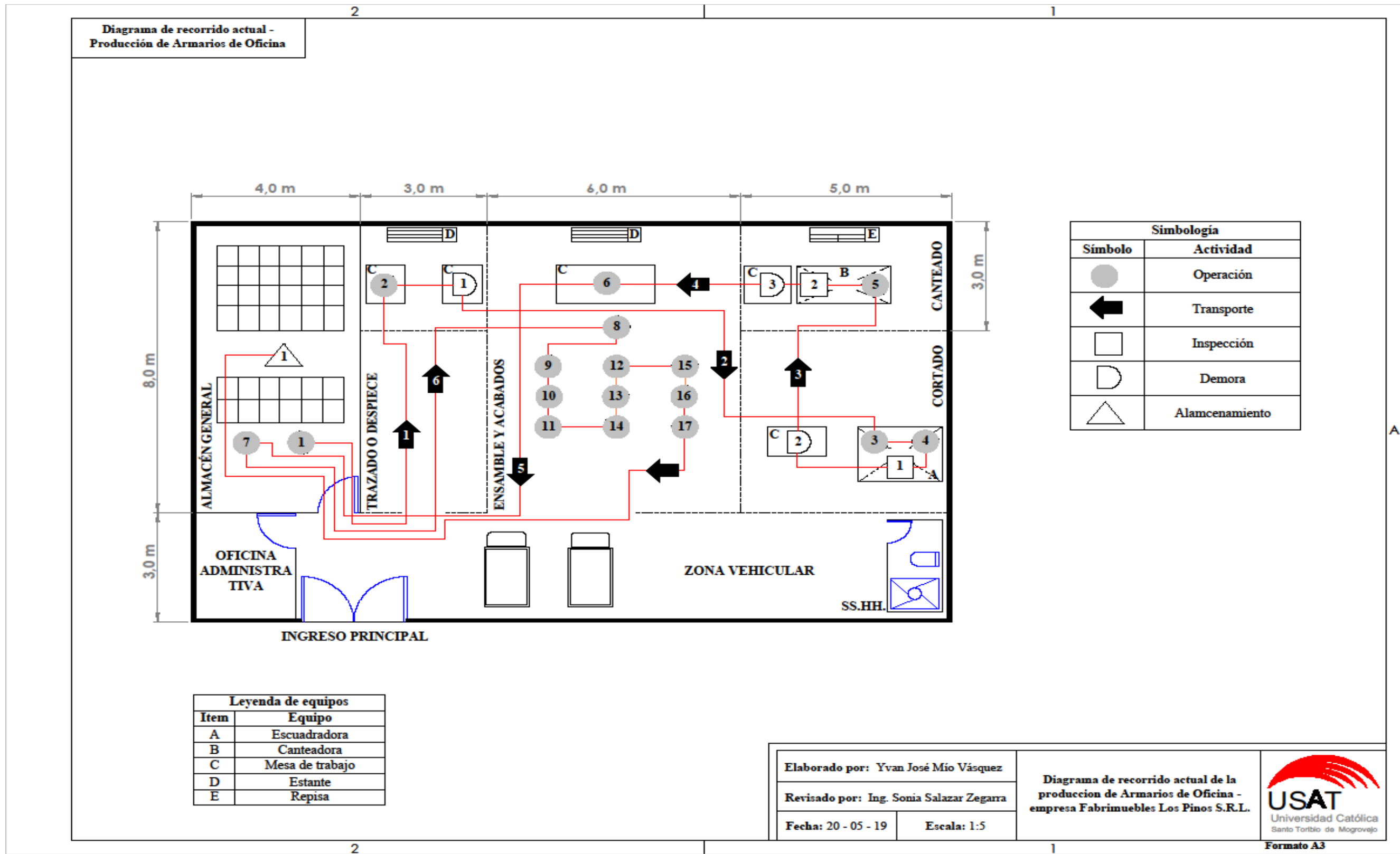


Figura 13. Diagrama de Recorrido del Proceso de Elaboración del Escritorio Lineal

Fuente: Fabrimuebles los Pinos S.R.L

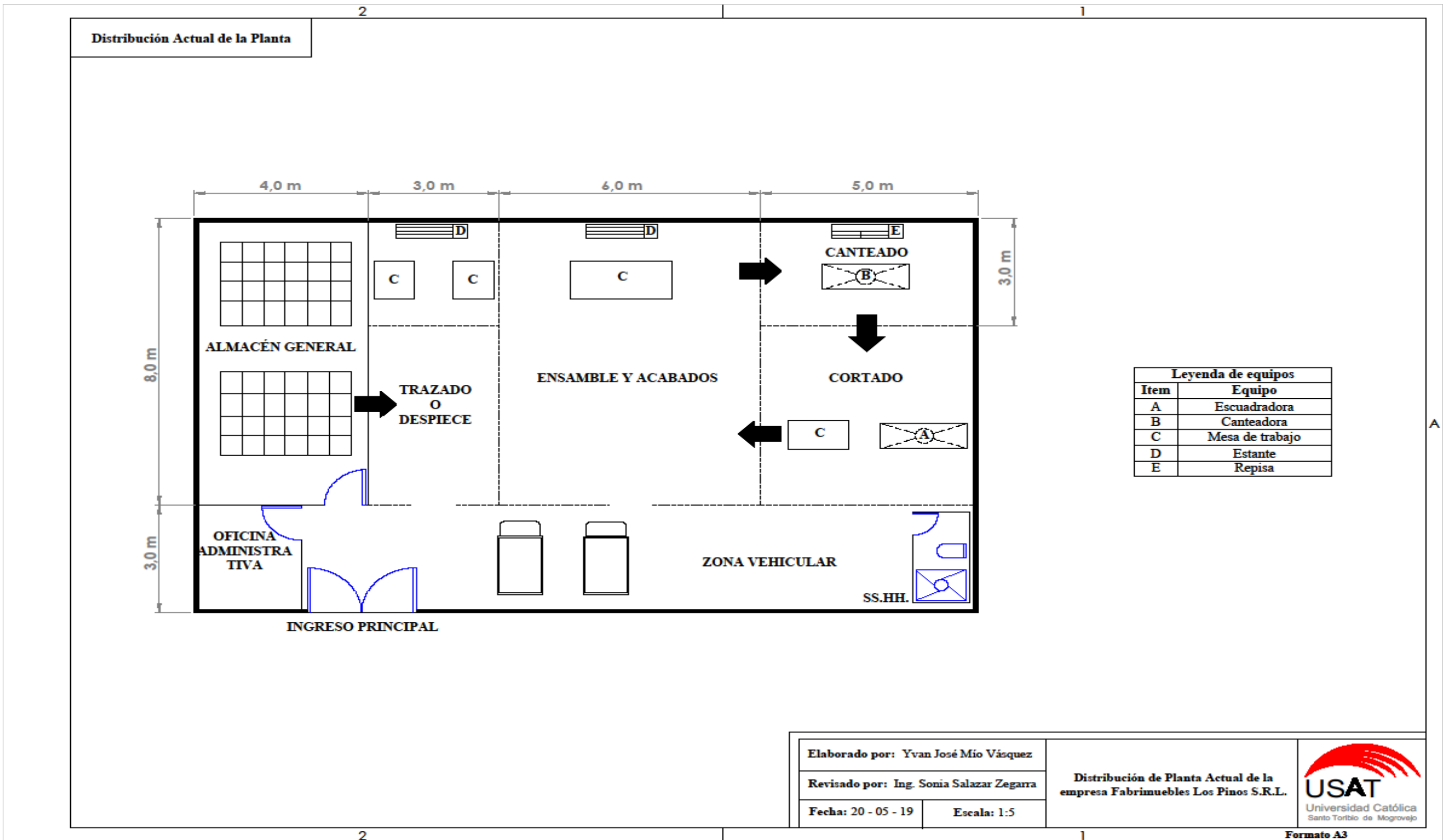


Figura 14. Distribución Actual de Planta de la Empresa

Fuente: Fabrimuebles los Pinos S.R.L

3.2.7. Indicadores Actuales de Producción y Productividad

a. Retrasos en la entrega de pedidos

El principal problema de la empresa son los retrasos en la entrega de pedidos. Para el análisis de este indicador se tomó como base los datos de la empresa durante los meses de febrero de 2018 – noviembre del 2018, los cuales aparecen resumidos en la siguiente tabla.

Los datos completos de este periodo aparecen detallados en el anexo 2.

Tabla 12. Resumen de retrasos en la entrega de pedidos

mes	Escritorios lineales	Armarios de oficina	TOTAL DE PEDIDOS	Pedidos atendidos a tiempo	Pedidos con retrasos	PENALIDAD (S/.)	Ingresos (S/.)
febrero	41	29	11	4	7	2158	35000
marzo	45	34	10	4	6	2162	35450
abril	46	31	12	4	8	2152	34560
mayo	43	31	11	4	7	1908	34720
junio	42	32	11	5	6	2421	36560
julio	48	31	12	5	7	2377	34240
agosto	45	29	11	5	6	1886	34240
septiembre	46	30	11	4	7	2433	35200
octubre	43	27	11	5	6	1864	32320
noviembre	44	30	9	4	5	1916	34720

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

La empresa durante este periodo tuvo un total de 109 pedidos, de los cuales sólo se atendieron en la fecha acordada 44 pedidos. Estos retrasos por parte de empresa generan pérdidas económicas, debido al cobro de penalidades. Durante éste periodo se tuvieron unos costos totales por penalidad de 21277 nuevos soles.

Dichas penalidades son un porcentaje del total de la venta. Este porcentaje lo establece la empresa que contrata los servicios de esta organización, dependiendo de si se trata de una entidad pública o privada, este puede variar; y varía desde un 1% ascendente hasta un máximo de 10% según ley.

Debido a esto la empresa deja de percibir parte de sus ingresos, por estas penalidades. Los ingresos reales de la empresa durante el periodo en estudio que da expresado de la siguiente manera.

$$\text{ingresos reales} = \text{ingresos de ventas} - \text{penalidades}$$

$$\text{ingresos reales} = 345\,090 - 21\,277 = 323\,813 \text{ nuevos soles}$$

Los ingresos reales de la empresa en este periodo son de s/323 813, dejando de percibir 21 277 nuevos soles por penalidad. Los ingresos de ventas se encuentran detallados en el anexo 2 del presente documento. También se calculó el índice de cumplimiento promedio de la empresa, el cual es 40%., un porcentaje relativamente bajo, teniendo en cuenta que lo ideal sería el 100%., esto como consecuencia de solo haber cumplido con 44 pedidos en el plazo acordado de los 109 pedidos aceptados en ese periodo febrero- noviembre 2018.

$$\text{índice de cumplimiento de pedidos de escritorios} = 31,5\%$$

$$\text{índice de cumplimiento de pedidos de armarios} = 48,5\%$$

Además, se calculó el porcentaje de pérdidas de la empresa, con respecto a lo que está dejando de percibir por el costo de las penalidades. Este representa un 7,1% de los ingresos para el caso de los escritorios lineales de melanina y un 5,2 % para el caso de armarios de oficina.

$$\% \text{ pérdidas escritorios lineales} = 7,2\%$$

$$\% \text{ pérdidas armarios de oficina} = 5,2\%$$

Tabla 13. Cálculo del Índice de Cumplimiento y % de Pérdidas por mes para los Escritorios Lineales de Melanina y Armarios de Oficina (Febrero- Noviembre 2018)

Mes	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	PROMEDIO
ESCRITORIOS											
Ingresos (s./)	S/. 16 400	S/. 18 000	S/. 18 400	S/. 17 200	S/. 16 800	S/. 19 200	S/. 18 000	S/. 18 400	S/. 17 200	S/. 17 600	
Penalidad (s./)	S/. 1 296	S/. 1 134	S/. 1 163	S/. 1 202	S/. 1 333	S/. 2 005	S/. 849	S/. 1 075	S/. 1 240	S/. 1 227	
Pedidos sin retraso	2	2	2	1	2	0	4	2	2	1	
Total de pedidos	6	5	6	5	6	6	7	5	6	4	
Índice de cumplimiento (%)	33%	40%	33%	20%	33%	0%	57%	40%	33%	25%	31,5%
Porcentaje de pérdidas (%)	7,9%	6,3%	6,3%	7,0%	7,9%	10,4%	4,7%	5,8%	7,2%	7,0%	7,1%
ARMARIOS											
Ingresos (s./)	S/. 16 240	S/. 17 000	S/. 17 050	S/. 17 360	S/. 17 920	S/. 17 360	S/. 16 240	S/. 16 800	S/. 15 120	S/. 16 800	
Penalidad (s./)	S/. 862	S/. 1 028	S/. 989	S/. 706	S/. 1 088	S/. 372	S/. 1 037	S/. 1 358	S/. 624	S/. 689	
Pedidos sin retraso	2	2	2	3	3	5	1	2	3	3	
Total de pedidos	5	5	6	6	5	6	4	6	5	5	
Índice de cumplimiento (%)	40%	40%	33%	50%	60%	83%	25%	33%	60%	60%	48,5%
Porcentaje de pérdidas (%)	5,3%	6,0%	5,8%	4,1%	6,1%	2,1%	6,4%	8,1%	4,1%	4,1%	5,2%

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

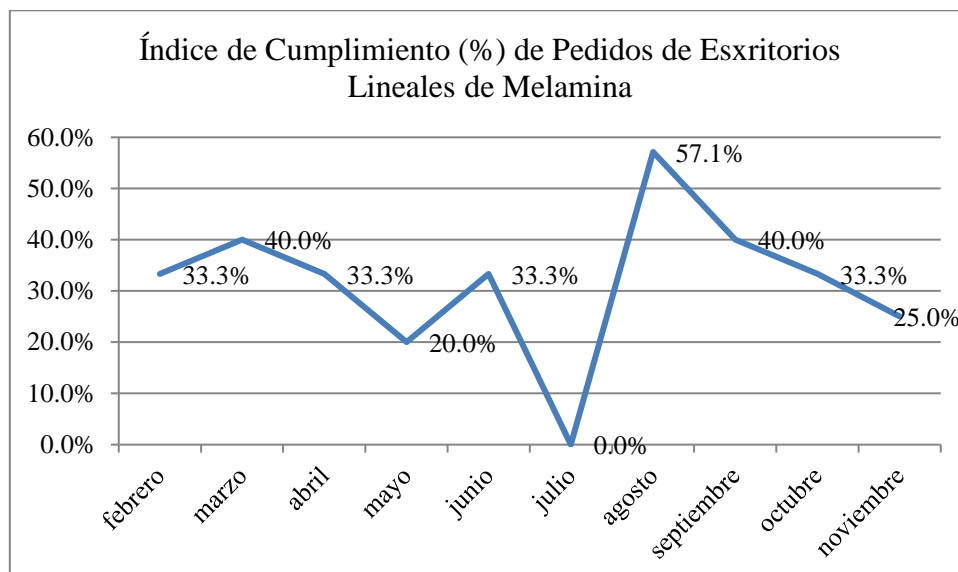


Figura 15. Variación del índice de cumplimiento febrero- noviembre 2018

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

En la figura 15 se puede observar la variación que ha tenido la empresa con respecto al cumplimiento de sus pedidos, el pico más alto se dió en el mes de agosto con un porcentaje de 57,1 %, seguido por los meses de marzo y septiembre con 40 %. Por otro lado, el punto más bajo estuvo en el mes de agosto, puesto que no se cumplió con ninguno de los pedidos en el plazo acordado.

En general se obtuvo un promedio de 37,5 % en cuanto al índice de cumplimiento de pedidos de escritorios lineales de melamina.

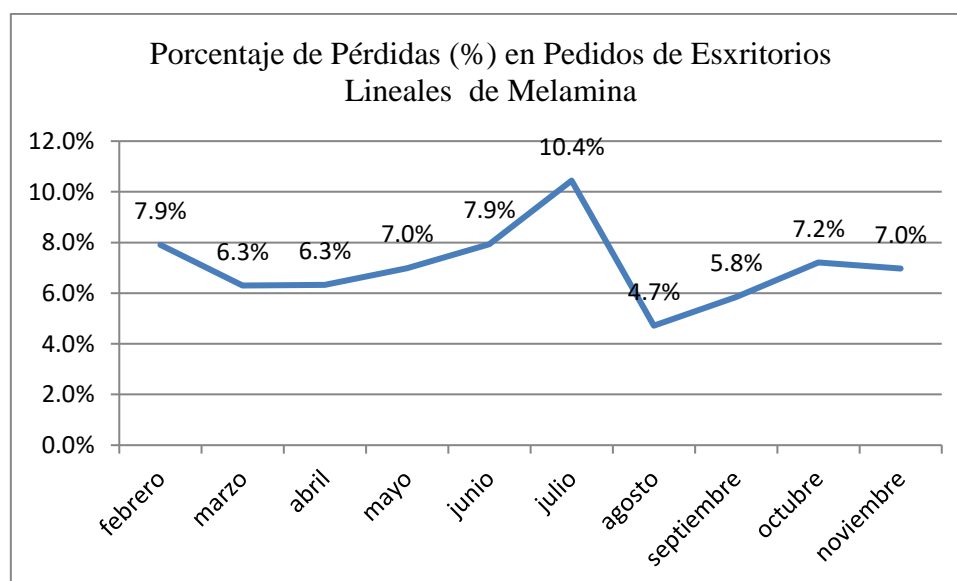


Figura 16. Porcentaje de pérdidas económicas febrero- noviembre 2018

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

En la figura 16 se muestra los porcentajes de pérdidas económicas a causa del retraso en la entrega de pedidos de escritorios. El mayor porcentaje de pérdidas con respecto a los ingresos percibidos se dió en el mes de julio, debido precisamente al bajo índice de cumplimiento descrito en la figura anterior. Asimismo, el mes de agosto fue el mes de menores pérdidas económicas.

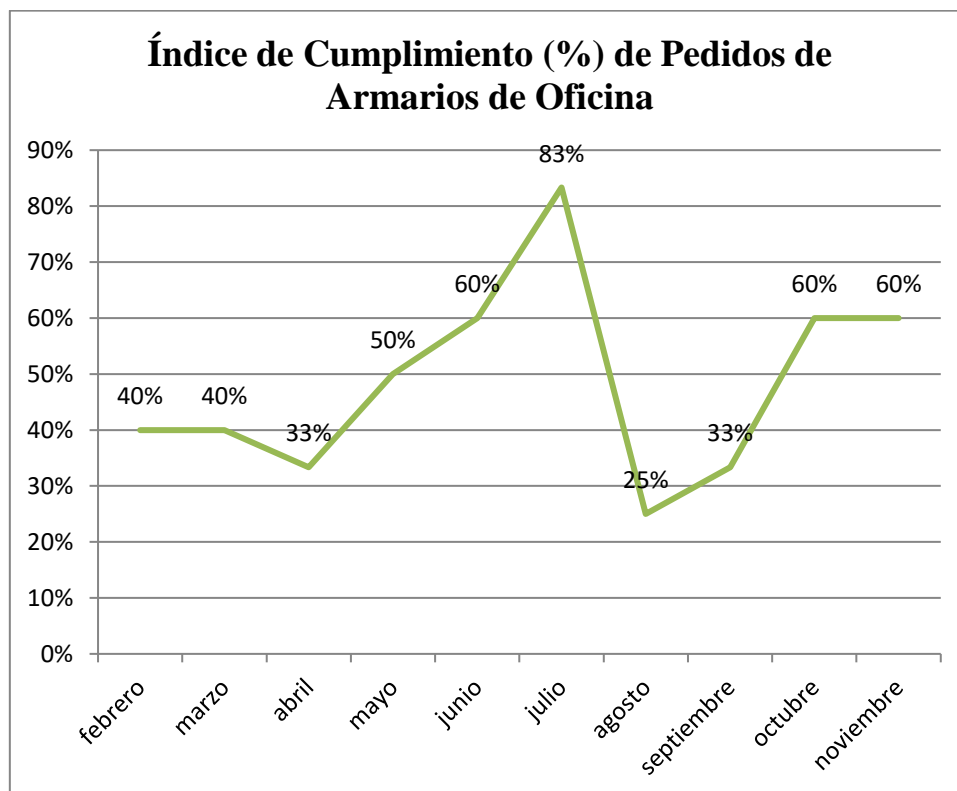


Figura 17. Variación del índice de cumplimiento febrero- noviembre 2018
Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

En la figura 17 se observa la variación en el índice de cumplimiento de pedidos de armarios de oficina. Para este producto el pico más alto se registró en el mes de julio con un índice de cumplimiento de 83%. El mes de agosto fue el mes en el que se cumplió con la menor cantidad de pedidos a tiempo. Mientras que los otros meses se mantuvo un poco más estable variando entre 40% y 60%.

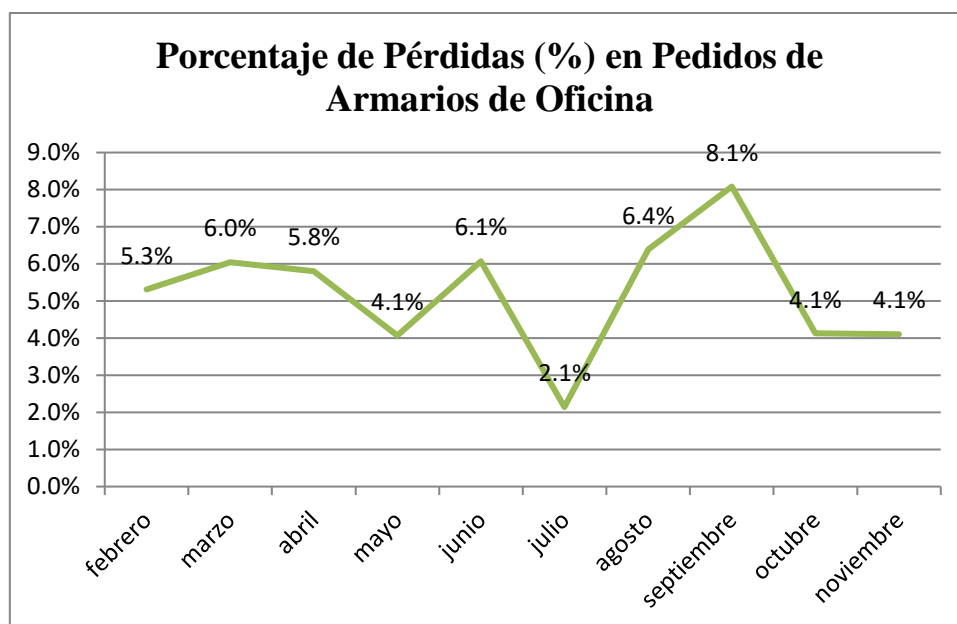


Figura 18. Variación del índice de cumplimiento febrero- noviembre 2018

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

En la figura 18 se muestra los porcentajes de pérdidas económicas para el caso de los armarios de oficina. El mayor porcentaje de pérdidas con respecto a los ingresos percibidos se dio en el mes de septiembre, debido precisamente al bajo índice de cumplimiento descrito en la figura anterior. Asimismo, el mes de julio fue el mes de menores pérdidas económicas.

Por último, se realizó dos gráficos generales en donde muestra el índice de cumplimiento de ambos productos en estudio y los porcentajes de pérdidas económicas también de ambos productos. Dichos gráficos se muestran en las figuras siguientes (19 y 20)

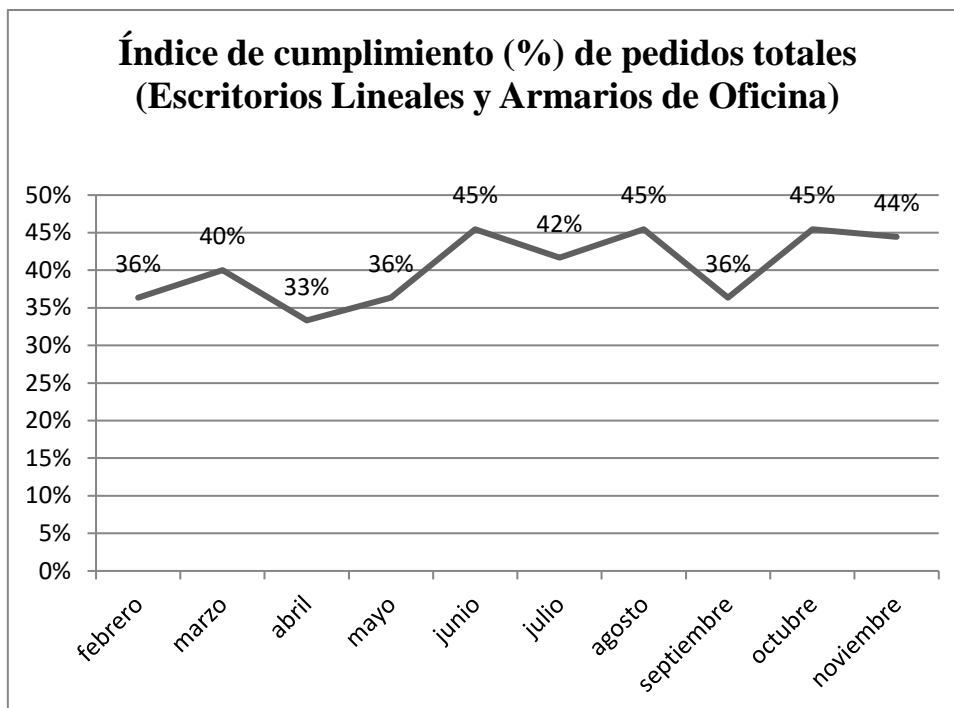


Figura 19. Variación del índice de cumplimiento febrero- noviembre 2018
Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

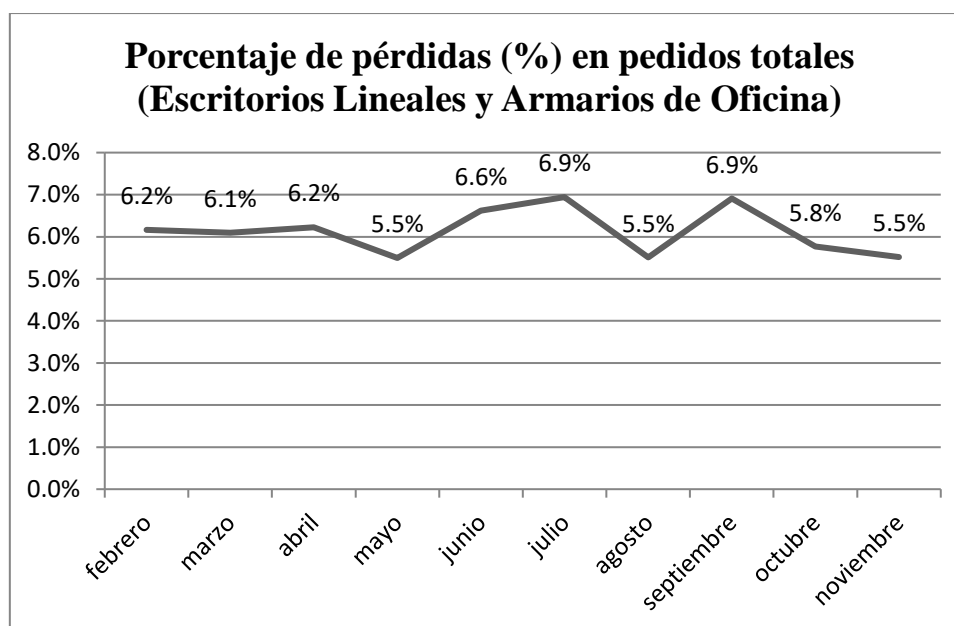


Figura 20. Variación del % de pérdidas económicas febrero- noviembre 2018
Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

En la figura 20 se observa que el mayor índice de pérdidas económicas se dio en septiembre seguido por los meses de julio y junio, debido a que en esos meses se cobraron más penalidades.

b. Cuello de botella

El cuello de botella del proceso de producción de escritorios lineales y armarios de oficina es la etapa de ensamble y acabados, la cual tarda en promedio 41,5 minutos y 44.3 minutos respectivamente (Tabla N°4 y 5)

c. Tiempo de ciclo real

El tiempo de ciclo real está marcado por el cuello de botella, el cual es la etapa de ensamble y acabados en ambos casos. Tomando en consideración los tiempos hallados mediante observaciones a los operarios en la fabricación de escritorios y armarios de oficina de las tablas N° 4 y 5 respectivamente, tenemos los siguientes tiempos de ciclo.

$$T_{\text{tiempo de ciclo}}_{\text{escritorios}} = 44,8 \frac{\text{minutos}}{\text{escritorio}}$$

$$T_{\text{tiempo de ciclo}}_{\text{ARMARIOS}} = 49,1 \frac{\text{minutos}}{\text{armario}}$$

d. Eficiencia

. Eficiencia física

- **Escritorios lineales de melanina**

Para producir un escritorio lineal de 1x1, 20x0, 85 se emplean 2 planchas de melanina de (2,15x2, 44 m). Para determinar la materia prima útil se sumó las áreas de cada una de las partes del escritorio, dando como resultado un área total de 6,5 m².

$$\text{eficiencia física} = \frac{\text{materia prima util}}{\text{materia prima utilizada}}$$

Tabla 14. Área de las piezas de un Escritorio Lineal de Melanina

PIEZA	CANTIDAD	ALTURA	ANCHURA	AREA m^2
TECHO	1	1,5	0,65	0,98
LATERAL DERECHO	1	1,2	0,65	0,78
LATERAL IZQUIERDO	1	1,2	0,65	0,78
CONTRAFRENTE	1	0,65	1,5	0,9
FRONTAL CAJON	3	0,15	0,75	0,34
LATERALES CAJON	6	0,15	0,65	0,59
TRASERA CAJON	3	0,15	0,65	0,30
DIVISION VERTICAL	2	0,6	0,65	0,78
FONDO CAJONES	2	0,75	0,65	0,98
TOTAL				6,5

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Quedando expresada de la siguiente manera:

$$Eficiencia\ fisica = \frac{6,5\ m^2}{(2,15 \times 2,44 \times 1,5)\ m^2} \times 100 = 82,6\%$$

Este resultado nos indica que por cada m^2 de melanina que se utiliza se está aprovechando solo el 82,6 %, desperdiciándose de esta manera el 17,4% de la melanina.

Esto se debe a que la empresa no trabaja con ningún tipo de software que ayude a minimizar o eliminar ese porcentaje de pérdidas, se trabaja de forma empírica.

- **Armarios de oficina**

Para producir un armario de oficina de 1,7 x 1 x 0,4 m. se emplean 1,5 planchas de melanina de (2,15x2,44 m). Para determinar la materia prima útil se sumó las áreas de cada una de las partes del escritorio, dando como resultado un área total de 6,76 m^2 .

Este resultado nos indica que por cada m^2 de melanina que se utiliza se está aprovechando solo el 93 %, desperdiciándose de esta manera el 7% de la melanina.

Al igual que en los escritorios esto se debe a que la empresa no trabaja con ningún tipo de software que ayude a minimizar o eliminar ese porcentaje de pérdidas, se trabaja de forma empírica.

Tabla 15. Área de las piezas de un Armario de Oficina

Pieza	Cantidad	Altura	Ancho	Área m ²
TECHO O BASE SUPERIOR	1	1	0,4	0,4
BASE INFERIOR	1	1	0,4	0,4
LATERAL DERECHO	1	1,7	0,4	0,68
LATERAL IZQUIERDO	1	1,7	0,4	0,68
CONTRAFRENTE	1	1,7	1	1,7
DIVISIONES HORIZONTALES	3	1	0,4	1,2
DIVISIONES VERTICALES	3	0,4	0,4	0,48
FRONTAL CAJONES	2	1	0,2	0,4
LATERALES CAJONES	4	0,4	0,2	0,32
CONTRAFRENTE CAJONES	2	1	0,2	0,4
FONDO CAJONES	2	1	0,4	0,8
Total				7,46

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

$$Eficiencia\ fisica = \frac{6,76\ m^2}{(2,15 \times 2,44 \times 1,5)\ m^2} \times 100 = 93\%$$

. **Eficiencia económica:** el precio de venta de un escritorio lineal es de 450 nuevos soles, para ello se incurren en costos de materiales directos una suma de 205 nuevos soles, en materiales indirectos de 63 nuevos soles y 18 nuevos soles en mano de obra, hallados de la siguiente manera.

$$0,7 \frac{horas}{escritorio} \times \left\{ \left(\frac{5,2\ soles}{hora - operario} \times \frac{4\ operarios}{escritorio} \right) + \left(\frac{4,5\ soles}{hora - ayudante} \times 1 \frac{ayudantes}{escritorio} \right) \right\}$$

Obteniendo de esta manera una eficiencia económica de 1,51 lo que significa que por cada sol invertido en un escritorio, la empresa está ganando 0,51 soles, dando a entender la importancia de la contribución de este producto en la rentabilidad de la empresa.

$$eficiencia\ economica = \frac{450}{217,5 + 63 + 18} = 1,51$$

El precio de venta de un armario de oficina es de 600 nuevos soles, para ello se incurren en costos de materiales directos una suma de 280 nuevos soles, en materiales indirectos de 80 nuevos soles y 44.63 nuevos soles en mano de obra, hallados de la siguiente manera

$$0,74 \frac{\text{horas}}{\text{escritorio}} \times \left\{ \left(\frac{5,2 \text{ soles}}{\text{hora} - \text{operario}} \times \frac{4 \text{ operarios}}{\text{escritorio}} \right) + \left(\frac{4,5 \text{ soles}}{\text{hora} - \text{ayudante}} \times 1 \frac{\text{ayudantes}}{\text{escritorio}} \right) \right\}$$

De esta manera se obtuvo una eficiencia económica de 1,54 lo que significa que por cada sol invertido en un armario, la empresa está ganando 0,54 soles.

$$\text{eficiencia economica} = \frac{600}{290 + 80 + 19} = 1,54$$

e. Productividad

- **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 0,149 de la unidad.

$$\text{Productividad} = \frac{2 \text{ unidades}}{13,4 \text{ m}^2 \text{ de melamina}}$$

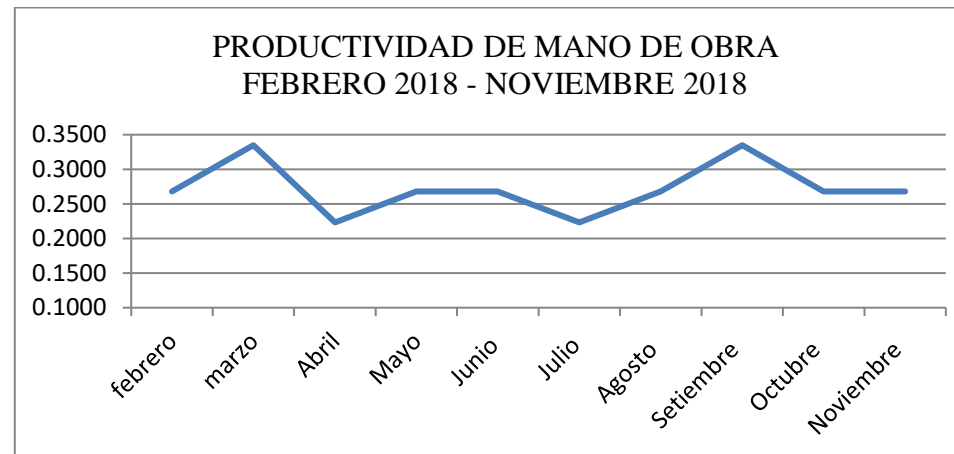
$$\text{Productividad} = 0,149 \text{ unidades/m}^2 \text{ de melamina}$$

- **Productividad recursos humanos.** Se determinó la variación de la productividad de mano de obra para escritorios de melamina y armarios de oficina, en un lapso de diez meses comprendidos entre febrero y noviembre de 2018.

Tabla 16. Productividad de la Mano de Obra (escritorios lineales) durante los meses de febrero 2018- noviembre 2018

Mes	febrero	marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Promedio
Producción	41	45	46	43	42	48	45	46	43	44	
N° de trabajadores	5	4	6	5	5	6	5	4	5	5	
Horas	30,6	33,6	34,3	32,1	31,4	35,8	33,6	34,3	32,1	32,9	0,2723
Productividad											
Unidades/horas hombre	0,2679	0,3348	0,2232	0,2679	0,2679	0,2232	0,2679	0,3348	0,2679	0,2679	

FUENTE: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

**Figura 21. Variabilidad de la productividad en el proceso de producción**

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

El punto más alto de productividad se dio en marzo y septiembre con 0,3348 unidades/hora, en lo cual se deja ver que por lo menos se podría alcanzar dicho indicador con el fin de aumentar la producción y cumplir con las fechas de entrega acordadas. Durante ese mes se trabajó con un operario menos en la línea de melanina.

Tabla 17. Productividad de la mano de obra (armarios de oficina) durante los meses de febrero 2018- noviembre 2018

Mes	febrero	marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Promedio
producción	29	34	31	31	32	31	29	30	27	30	
N° de trabajadores	5	4	5	5	5	6	5	4	5	5	
Horas trabajadas	23,7	27,8	25,4	25,4	26,2	25,4	23,7	24,6	22,1	24,6	0,2525
Productividad											
Unidades/horas hombre	0,2444	0,3055	0,2444	0,2444	0,2444	0,2037	0,2444	0,3055	0,2444	0,2444	

FUENTE: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Al igual que en los escritorios, en los meses de marzo y septiembre se dieron los picos más altos en productividad.

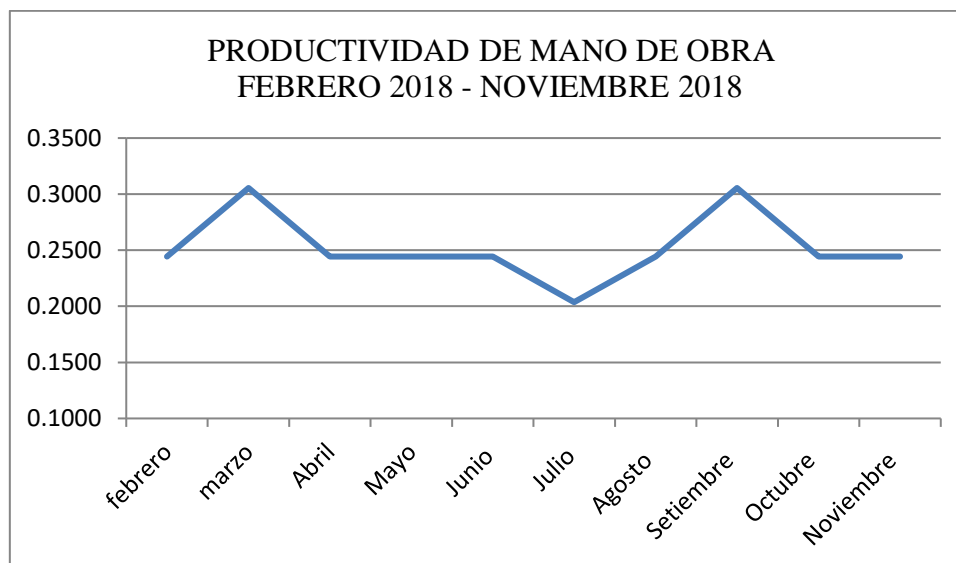


Figura 22. Variabilidad de la productividad en el proceso de producción de Armarios
Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

f. Capacidad

- Capacidad real de la planta

Se calculó la capacidad de la planta en base a las horas-hombre por año, puesto que al ser una empresa de producción intermitente es difícil hallarla por producto. Son 5 operarios que trabajan en la línea de melanina.

Tabla 18. Capacidad Real de la Planta

Año	N° operarios	horas/día	días/año	horas normales	Horas- hombre año
2017	5	8	312	2496	12480

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

g. Eficiencia de la línea de producción

- **Eficiencia de la línea de producción de Escritorios de Melanina.** Para el cálculo de la eficiencia de esta línea se detallaron las actividades que realiza cada operario en cada puesto de trabajo.

En la línea de muebles de melanina se cuenta con 4 puestos de trabajo, cada uno con un operario a excepción del ensamble y acabado, en el cual trabajan 2 operarios. La formación de estos operarios se encuentra en la tabla 3. La estación que determina la velocidad de producción es la estación D con 44,8 minutos/unidad.

Tabla 19. Actividades en el Área de Trazado o Despiece

Estación de trabajo	Operario	Actividad	Tiempo min
TRAZADO O DESPIECE (A)	Operario 1	Selección de MP	0,40
		Transporte al área de producción	1,17
		Despiece o habilitado	7,31
		Transporte a la cortadora	0,52
Tiempo total			9,40

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

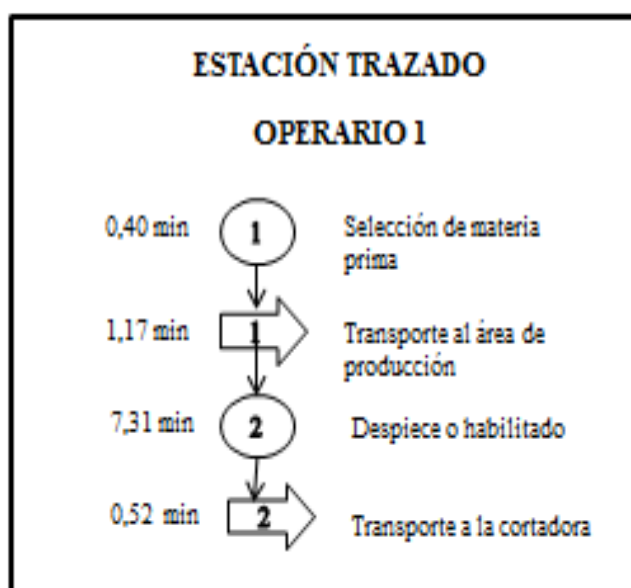


Figura 23. Estación 1- Etapa de Trazado

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

El operario del área de trazado realiza 4 actividades específicamente, estas suman un total de 9,4 minutos, una vez a acabado este proceso, el operario espera a que el de cortado acabe sus labores, para comenzar acortar esa plancha, y este continuar con el trazado de otras planchas. En ese tiempo de espera el operario 1 realiza otras actividades pero que no agregan valor al producto que se está haciendo.

Esta es la estación de menor tiempo y en la que se genera mayor tiempo muerto debido a la diferencia de tiempos que existe con las demás estaciones.

Tabla 20. Actividades en el Área de Cortado

Puesto o estación de trabajo	Operario	Actividad	Tiempo (min)
CORTADO (B)	Operario 2	Preparar la cortadora	1,03
		Cortado de la melamina	21,60
		Inspección de la pieza cortada	1,45
		Transporte a la canteadora	1,37
		Tiempo total	25,5

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S,R.L.

El ciclo de esta estación es de 25,5 minutos. Esta operación la realiza el operario 2 en una maquina escuadradora. Aquí el operario realiza las actividades de preparación de la máquina, el cortado en sí y una inspección al final del proceso; y por último el transporte hasta la siguiente estación.

En la figura N°10 se observa más a detalle la operación de corte mediante un diagrama hombre- máquina.

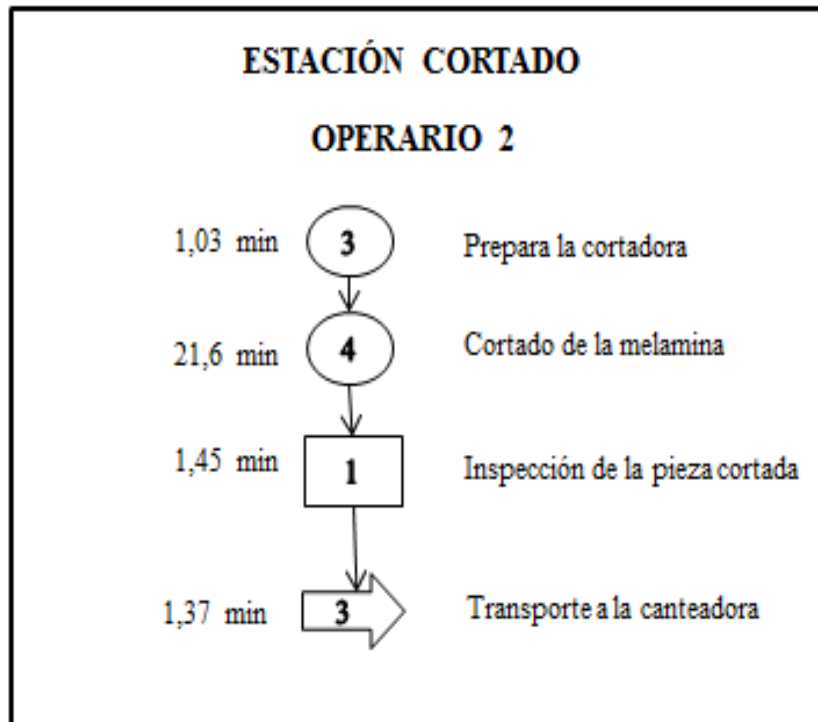


Figura 24. Estación 2- Etapa de Cortado

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

A continuación se visualiza en una imagen la forma en la que se realiza esta etapa



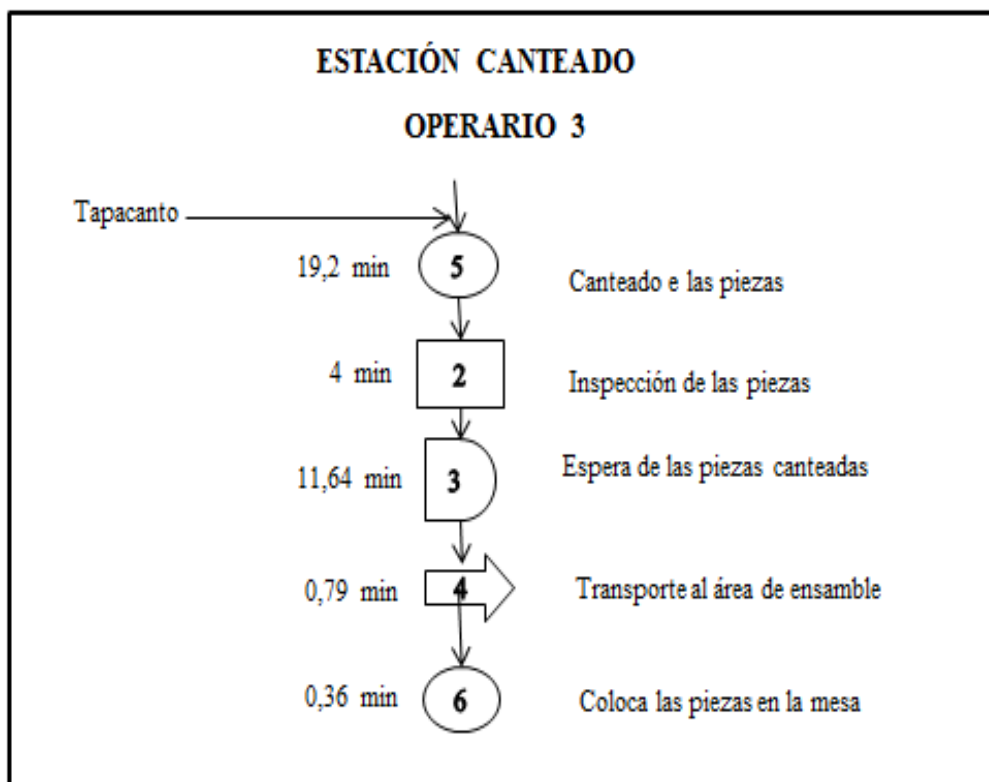
Figura 25. Estación de Cortado

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Tabla 21. Actividades en el área de Canteado

Puesto o estación de trabajo	Operario	ACTIVIDAD	TIEMPO
CANTEADO ©	Operario 3	Canteado de las piezas	19,21
		Inspección de la pieza	4,00
		Transporte al área de ensamblado	0,79
		Coloca las piezas en la mesa de ensamble	0,36
		TIEMPO TOTAL	24,4

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

**Figura 26. Estación 3- Etapa de canteado**

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Tabla 22. Actividades en el Área de Ensamble

Estación	Operario	Actividad	Tiempo
		Ir al almacén	1,04
		Seleccionar accesorios	0,95
		Llevar accesorios a ensamble	1,29
		Armado laterales + plancha superior	1,89
		Ensamblar contrafrente	1,05
		Insertar división vertical	1,12
ENSAMBLE Y	operario 4 +	Colocar correderas	4,69
ACABADO (D)	ayudante	Armado de cajones	16,04
		Coloca chapas a cajones	4,24
		Colocar jaladeras y correderas a los cajones	5,73
		Ensamblar cajones	4,97
		acabados	4,99
		Transporte a almacén	5,57
TIEMPO TOTAL			49,93

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Los tiempos tomados para el proceso de ensamble se muestran en la pag. 27, son los tempos promedio hallados en las mediciones.



Figura 27. Estación 4- Etapa de ensamble y acabados

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

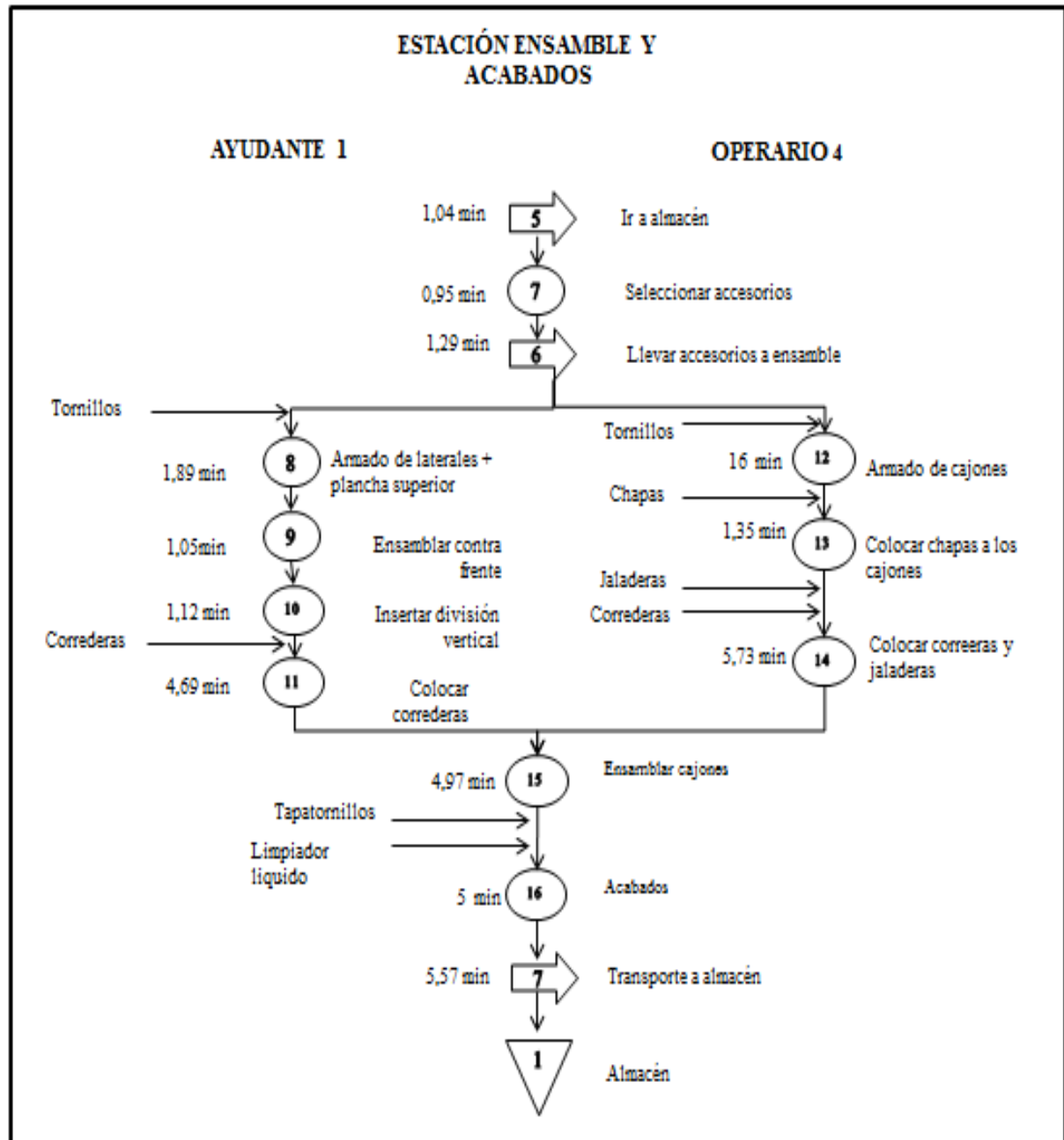


Figura 28. Estación 4- Etapa de ensamble y acabados

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Los tiempos de esta estación se encuentran en la página 27, correspondientes a los tiempos promedio. A continuación, se halla el coeficiente de desequilibrio

✓ **Cálculo del coeficiente de desequilibrio**

$$= \frac{100x((4x44,8) - (9,4 + 25,5 + 24,4 + 44,8))}{4x44,8} = 41,9\%$$

El coeficiente de desequilibrio de la línea indica el desbalance que existe entre las estaciones de trabajo, siendo este de 41,9%, el cual es un valor muy crítico. Esto se debe a que hay mucha diferencia de tiempos en las estaciones.

En el caso de la estación de trazado o despiece es la estación de menor tiempo. Aquí el operario realiza sus labores en promedio de 10 minutos para una unidad, posteriormente espera a que el operario de corte se desocupe y recoja la plancha trazada, en tanto él apoya en otras actividades pero que no aportan valor al producto final, como por ejemplo en ordenar algunos materiales que se usaron anteriormente.

✓ **Cálculo de la eficiencia de la línea**

$$eficiencia\ de\ la\ linea\ escritorios = \frac{100x117}{4x44,8}$$

$$eficiencia\ de\ la\ linea\ escritorios = 58\%$$

La eficiencia de la línea es de 58%, lo cual no es óptimo, puesto que solo se está aprovechando poco más de la mitad de lo que se realmente se podría, desperdiciándose así un 42%.

✓ **Calculo de tiempos ociosos**

El tiempo de flujo del procesos es 117 minutos, es decir que la primera unidad de escritorio es producida en ese tiempo, siendo la estación D la que marca el ritmo de producción con un tiempo de 44,8 minutos.

$$tiempo\ ocioso = nxc - \sum t_i$$

$$tiempo\ ocioso = 4x44,8 - 104 = 75\ minutos$$

El tiempo ocioso que se genera al producir dos unidades de escritorio es de 75 minutos.

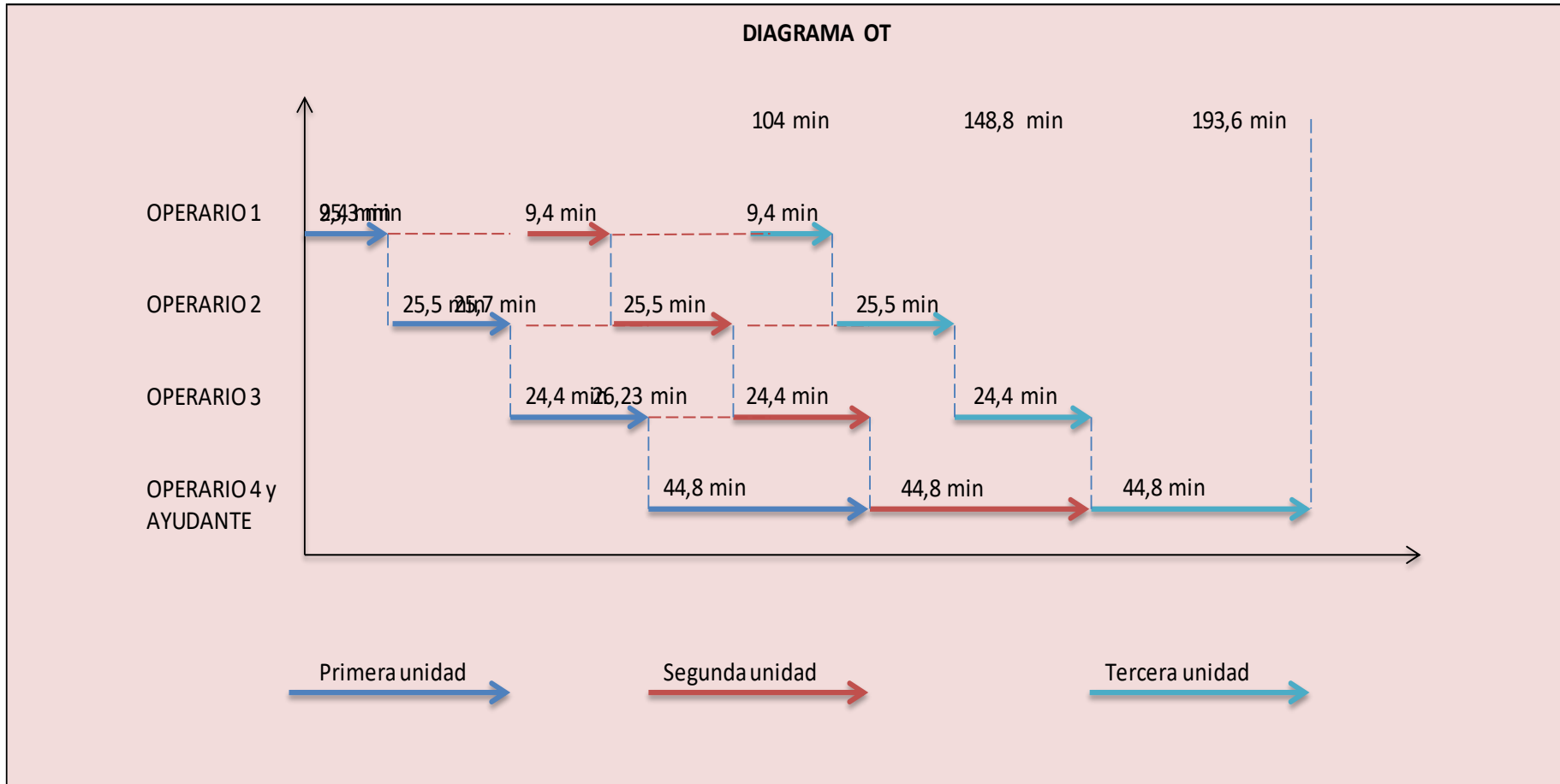


Figura 29. Diagrama OT Producción de Escritorios Lineales

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

En la figura anterior se muestra gráficamente la línea de producción de escritorios, se observa que para producir tres unidades se tardaría 193,6 minutos, generando tiempos ociosos demasiado extensos (75 minutos) debido al desequilibrio que existe entre estaciones de trabajo.

- **Eficiencia de la línea de producción de armarios de oficina.** Para el cálculo de la eficiencia de esta línea se elaboró un cuadro con las actividades que realiza cada operario en cada puesto de trabajo (Tabla 23).

Al igual que en escritorios, también se cuenta con 4 puestos de trabajo, cada uno con un operario a excepción del ensamble y acabado, en el cual trabajan 2 operarios. La estación que determina la velocidad de producción es la estación D 49,1 minutos/unidad

Tabla 23. Actividades en el Área de Trazado

ESTACION DE TRABAJO	Operario	ACTIVIDAD	TIEMPO
TRAZADO O DESPIECE (A)	Operario 1	Selección de MP	0,5
		Transporte al área de producción	1,3
		Despiece o habilitado	8,4
		Transporte a la cortadora	0,6
TIEMPO TOTAL			10,8

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

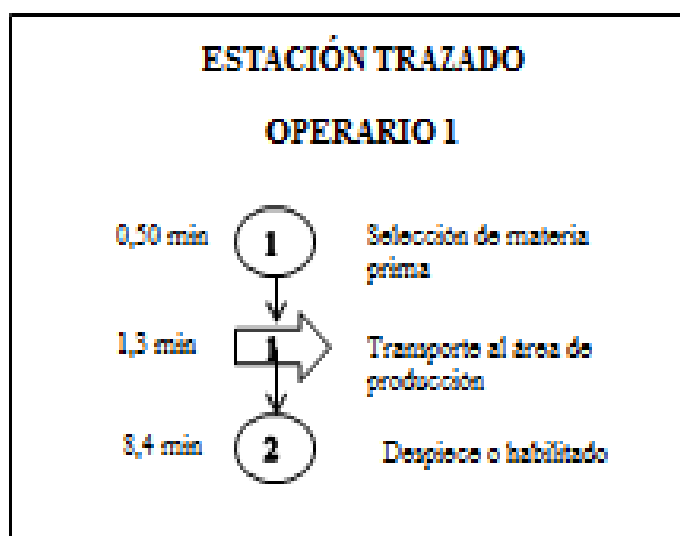


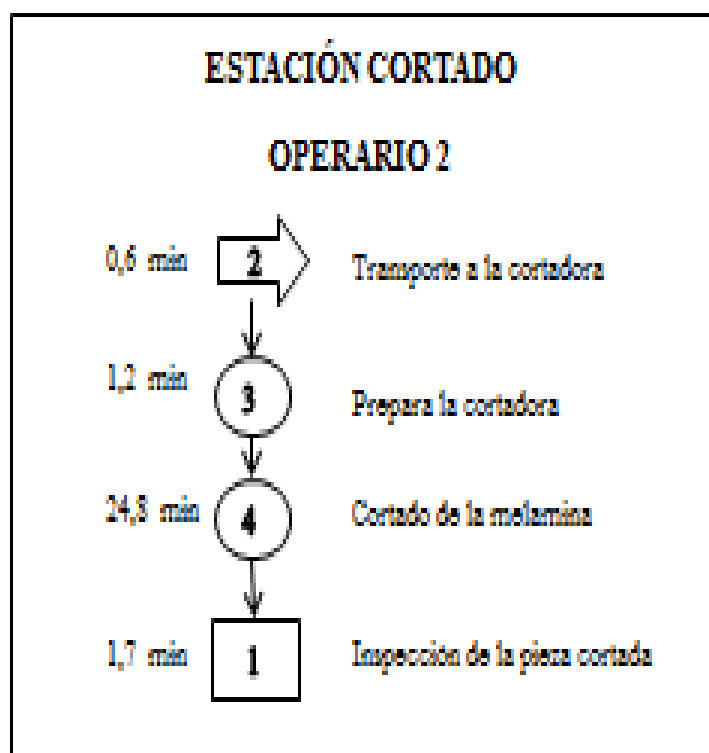
Figura 30. Estación 1- Etapa de Trazado

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Tabla 24. Actividades en el área de Cortado

Puesto o estación de trabajo	Operario	Actividad	Tiempo
CORTADO (B)	Operario 2	Preparar la cortadora	1,2
		Cortado de la melamina	24,8
		Inspección de la pieza cortada	1,7
		Transporte a la canteadora	1,6
TIEMPO TOTAL			29,3

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

**Figura 31. Estación 2- Etapa de Cortado**

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Tabla 25. Actividades en el Área de Canteado

Puesto o estación de trabajo	Operario	ACTIVIDAD	TIEMPO
CANTEADO ©	Operario 3	Canteado de las piezas	22,2
		Inspección de la pieza	4,6
		Transporte al área de ensamblado	0,9
		Coloca las piezas en la mesa de ensamble	0,4
		TIEMPO TOTAL	27,8

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

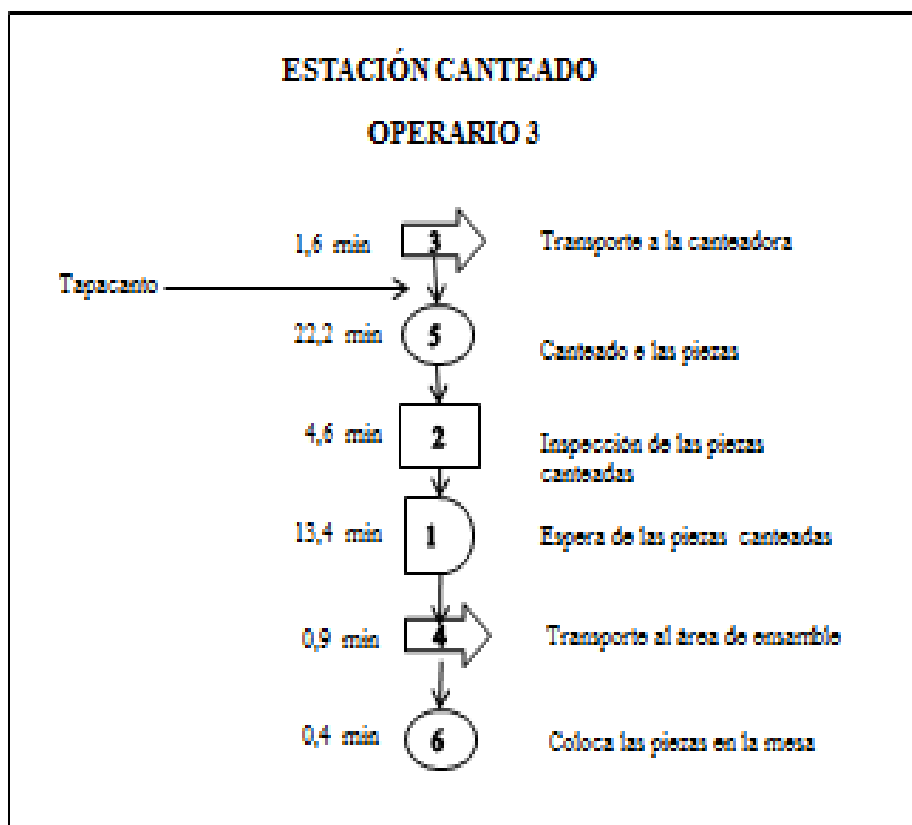


Figura 32. Estación 3- Etapa de Canteado

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Tabla 26. Actividades en el Área de Ensamble

Estación de trabajo	Operario	Actividad	Tiempo
ENSAMBLE Y ACABADO (D)	operario 4 + ayudante	Ir al almacén	1,3
		Seleccionar accesorios	1,9
		Llevar accesorios a ensamble	1,6
		colocar laterales a la base inferior del marco	4,0
		Insertar base superior al marco	1,3
		Insertar divisiones horizontales	4,0
		Insertar divisiones verticales	4,1
		colocar correderas al marco	4,4
		Armado cajones	18,7
		Colocar chapas a cajones	4,2
		Colocar correderas y jaladeras	5,6
		ensamblar cajones	4,9
		acabados	5,1
		transporte a almacén	5,8
TIEMPO TOTAL			66,8

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

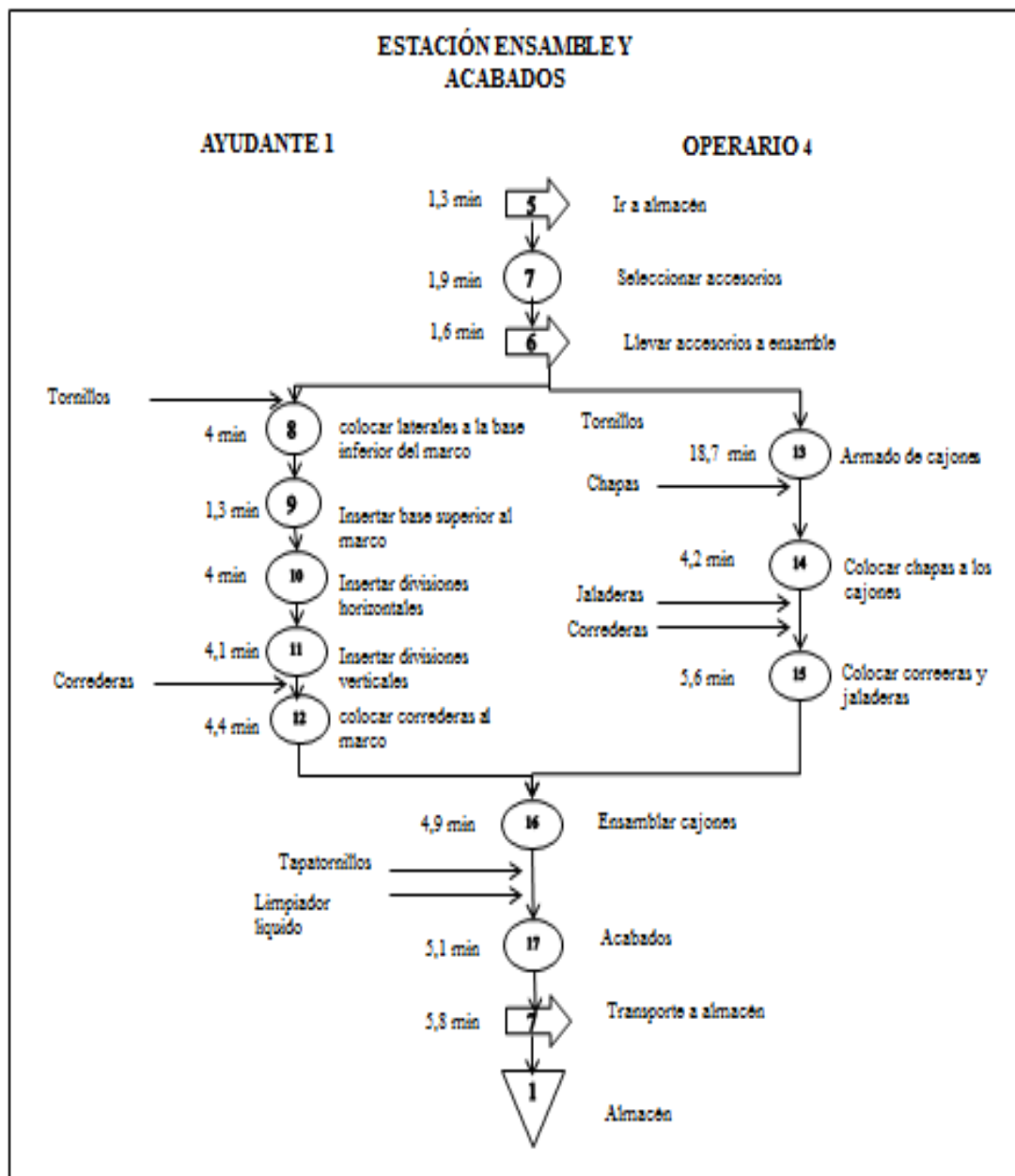


Figura 33. Estación 4- Etapa de Ensamble y Acabados

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

✓ **Calculo del coeficiente de desequilibrio**

$$= \frac{100x((4x49,1) - (10,8 + 29,3 + 27,8 + 49,1))}{4x49,1} = 39,5\%$$

El coeficiente de desequilibrio de la línea es de 39,5%, lo que da entender que hay un desbalance significativo en cuanto a tiempos en las estaciones como se muestra en la tabla 14. Por ejemplo, la diferencia que hay entre la etapa de cortado y la de ensamble es de 24 minutos es decir las cargas de trabajo de los operarios no es la misma, y durante ese lapso los operarios realizan actividades que no ayudan a generar valor.

✓ **Cálculo de la eficiencia de la línea**

$$eficiencia\ de\ la\ linea\ escritorios = \frac{100 \times 117}{4 \times 49,1}$$

$$eficiencia\ de\ la\ linea\ escritorios = 59,6\%$$

La eficiencia de la línea es de 59,6%, lo cual no es óptimo, puesto que solo se está aprovechando poco más de la mitad de lo que se realmente se podría, desperdiciándose así un 40,4%.

✓ **Cálculo de tiempos ociosos**

El tiempo de flujo del proceso es 138,4 minutos, es decir que la primera unidad de escritorio es producida en ese tiempo, siendo la estación D la que marca el ritmo de producción con un tiempo de 57,2 minutos.

$$tiempo\ ocioso = nxc - \sum t_i$$

$$tiempo\ ocioso = 4 \times 57,2 - 117 = 79\ minutos$$

El tiempo ocioso que se genera al producir dos unidades de escritorio es de 87 minutos lo cual representa el 43% del tiempo utilizado para la producción de dichas unidades.

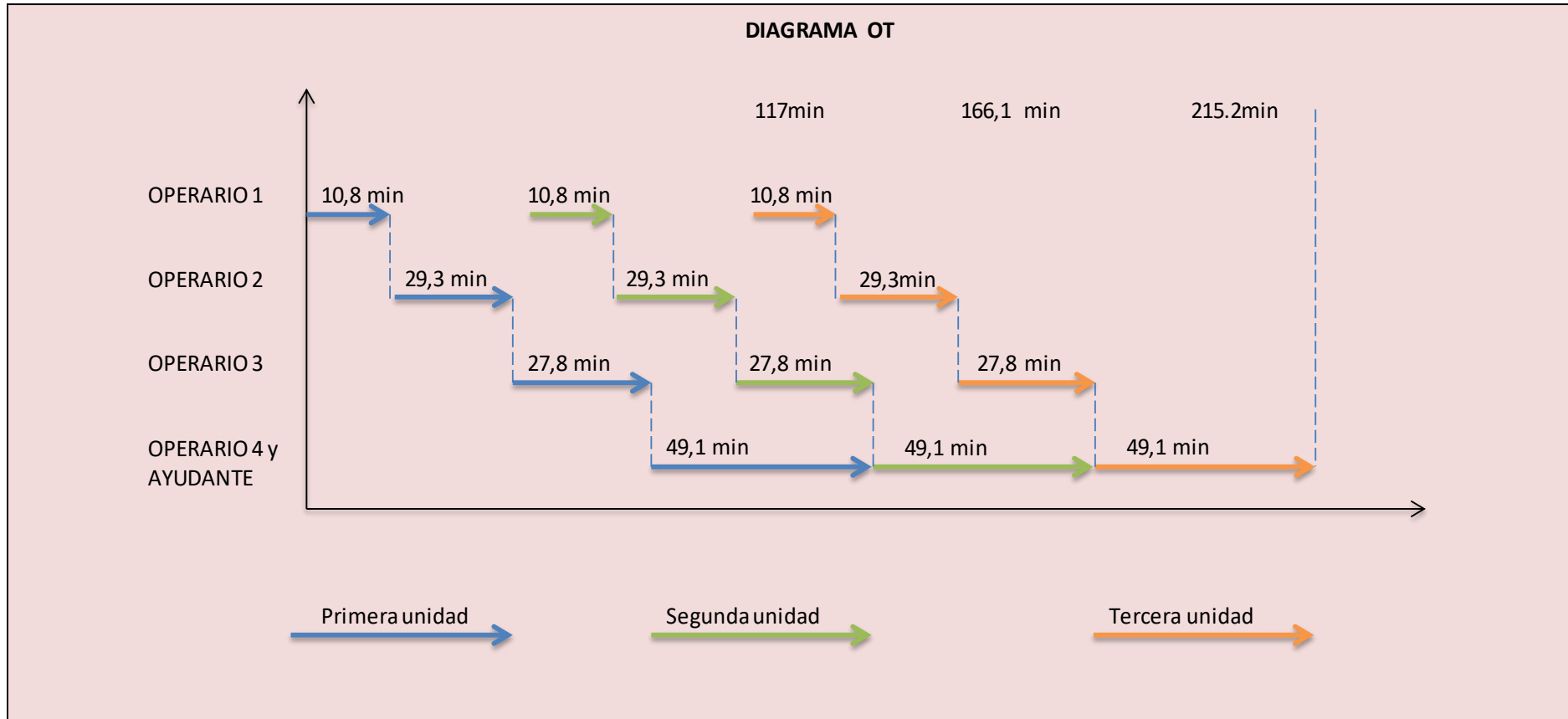


Figura 34. Diagrama OT Producción de Armarios de Oficina

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

3.2.8. Cuadro resumen de indicadores.

A continuación, se muestra un resumen de todos los indicadores encontrados durante el diagnóstico de la empresa, en el cual se muestra como han ido variando algunos indicadores, debido al desempeño irregular de los trabajadores de la empresa.

En cuanto a la productividad de mano de obra se puede ver que el punto más alto se encuentra en el mes de noviembre y octubre, que es lo que se esperaría alcanzar continuamente.

El nivel de servicio ofrecido también varía, siendo el punto más alto el 50 % alcanzado en los meses de noviembre y abril.

Tabla 27. Cuadro Resumen de Indicadores Actuales de la Empresa

Indicador	Escritorios lineales	Armarios de oficina
Índice de cumplimiento	32%	49%
% de pérdidas penalidad/ ingresos	7%	5%
productividad de mano de obra	0,292 unidades/horas-hombre	0,271 unidades horas-hombre
Tiempo de ciclo real	44,8 $\frac{\text{minutos}}{\text{escritorio}}$	49,1 $\frac{\text{minutos}}{\text{armario}}$
Cuello de botella	44,8 $\frac{\text{minutos}}{\text{escritorio}}$	49,1 $\frac{\text{minutos}}{\text{armario}}$
Eficiencia económica	1,51	1,54
Eficiencia física	82,8%	86%
% actividades productivas	72 %	73,3%
% actividades improductivas	17,1 %	26,7%
% utilización de la maquina cortadora	53%	54,8%
Índice de desequilibrio	41,9 %	39,5%
Eficiencia de la linea línea	58%	59,6%
Tiempo ocioso	75 minutos	79 minutos

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

En las tablas 16 y 17 se observa que hay una variación de la productividad de mano de obra, lo cual es el principal factor para el problema de la empresa. Se tiene que en marzo y setiembre hay una productividad mayor respecto a los otros meses, lo que indica que al menos se podría llegar a ese indicador en situaciones óptimas.

Además, se tiene que hay una eficiencia baja en las líneas de producción tanto de escritorios, como armarios de oficina, en ambos casos solo se aprovecha poco más de la mitad.

Por otra parte, se encontró el índice de desequilibrio de ambas líneas, las cuales son 36.9% y 39.5% respectivamente, lo cual es un poco elevado, puesto que lo ideal es que este indicador sea lo más cercano a cero.

En cuanto a la máquina de corte tiene una utilización de 53%, es decir solo se emplea durante la atapa de corte la mitad del tiempo que debería emplearse, para el caso de los escritorios. Mientras que en el caso de los armarios es de 54,8%.

Mediante el diagrama OT se encontró que hay excesivos tiempos ociosos en las líneas de estudio, 68,4 minutos para los escritorios y 89 minutos en los armarios, tiempo que se espera reducir.

3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS

3.3.1. Problemas, causas y propuestas de solución en el proceso de producción

En la tabla 28 se presentan los principales problemas encontrados en el proceso de producción, los cuales son: proceso de producción no estandarizado, cruces dentro del área de producción y tiempos de transporte y tiempos ociosos en el proceso de corte de la melanina por la baja utilización de la máquina.

Tabla 28. Identificación de Problemas en el Proceso de Producción

Problema principal	Causa	Propuesta de solución
		Estandarización del proceso
	Proceso de producción no estandarizado	Elaboración de un proceso operativo estándar Elaborar un plan de capacitación al personal
Retrasos en la entrega de pedidos	Cruces dentro del área de producción y tiempos de transporte	Redistribución de planta
	Células o estaciones de trabajo no equilibradas y baja eficiencia de la línea de producción	Nivelación de puestos de trabajo
	Tiempo ociosos en el proceso de corte de melanina (bajo % de utilización de la maquina)	Inclusión de un operario en el proceso de corte

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

3.3.2. Matriz de ponderación de los problemas encontrados

Se presenta a continuación la matriz de ponderación AHP. Para la correcta elaboración de la matriz mencionada anteriormente se ha tomado la escala de Saaty, dicha escala muestra puntuaciones para el enfrentamiento de criterios u opciones.

Este método multicriterio, se escogió debido a que es un elemento infalible y certero y permite encontrar una solución óptima y definitiva, sustentada en elementos científicos que aporta mejoras en la toma de decisiones; tal y como lo afirma Sergio Berumen [14]

Mediante la utilización de la escala presentada a continuación, se presentarán los principales problemas hallados en la empresa en estudio, para así enfrentarlos y obtener valores que indiquen una priorización en la resolución de ellos, lo cual ayudará a encontrar la herramienta o las herramientas utilizar para su solución.

Tabla 29. Escala de Saaty

Escala Numérica	Escala Verbal
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro.
9	Importancia absoluta de un criterio sobre otro.
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores
2	Entre igualmente y moderadamente preferible
4	Entre moderadamente y fuertemente preferible
6	Entre fuertemente y extremadamente preferible
8	Entre muy fuertemente y extremadamente preferible

Fuente: Saaty (1980) [14]

Se presenta a continuación, la priorización de los problemas de la empresa Fabrimuebles Los Pinos S.R.L. con la utilización de la escala de Saaty.

Tabla 30. Ponderación de Problemas encontrados mediante la Escala de Saaty

PROBLEMAS IDENTIFICADOS	Proceso no estandarizado	Tiempos de transporte y cruces dentro del proceso	Tiempos muertos en la máquina de cortado	Células de trabajo no equilibradas y baja eficiencia de la línea de producción
Proceso no estandarizado	1	2	3	2
Tiempos de transporte y cruces dentro del proceso	0,5	1	2	1
Células o estaciones de trabajo no equilibradas y baja eficiencia de la línea de producción	0,5	1	2	1
Tiempos muertos en la máquina de cortado	1/3	0,5	1	0,5

Fuente: Saaty [14]

Se normaliza la matriz para obtener los puntajes ponderados reales y que nos permitan visualizar la relevancia de cada problema identificado. Esta operación nos ayudará en la elección de la metodología a proponer.

Tabla 31. Puntaje obtenido según la normalización de la matriz

PROBLEMAS IDENTIFICADOS	Proceso no estandarizado	Tiempos de transporte y cruces dentro del proceso	Tiempos muertos en la máquina de cortado	Células de trabajo no equilibradas y baja eficiencia en línea de producción	Puntaje ponderado
Proceso no estandarizado	0,43	0,44	0,38	0,44	0,42
Tiempos de transporte y cruces dentro del proceso	0,22	0,23	0,25	0,23	0,23
Estaciones de trabajo no equilibradas y baja eficiencia en línea de producción	0,21	0,22	0,25	0,22	0,23
Tiempos muertos en la máquina de cortado	0,14	0,11	0,12	0,11	0,12

Fuente: Saaty [14]

Según el cuadro mostrado anteriormente el problema más relevante es que el proceso de producción no está estandarizado con un 42%, teniendo en segundo lugar los cruces dentro del proceso que generan pérdidas de tiempo, retrasando así el proceso.

3.3.3. Descripción de los problemas encontrados y propuestas de solución

3.3.3.1. Problema 1: Falta de estandarización en el proceso productivo

La empresa no cuenta con un método estándar, lo cual se ve reflejado en la variabilidad de la productividad de mano de obra en el proceso de fabricación de los escritorios lineales de melamina y armarios de oficina (ver tabla 16 y 17), así como en las variaciones en los tiempos de fabricación del escritorio lineal que se dejó notar en las observaciones realizadas durante el diagnóstico y que se detallan en la Tabla 4 y 5 debido a que cada operario realiza sus actividades en diferentes tiempos, es decir no emplean el mismo tiempo para un mismo producto, provocando, de este modo que unos pedidos tarden más que otros.

La estandarización es uno de los fundamentos para la mejora continua, encontrando la mejor manera de llevar a cabo las actividades para cumplir con los requerimientos de los clientes en cuanto tiempo, calidad y coste.

Propuesta de solución 1: Estandarización o Normalización del proceso

Se estandarizará el proceso productivo con el fin de eliminar o en su defecto reducir aquellas actividades que no aportan valor al producto final.

Mediante procesos de observación a los operarios se encontrará el mejor método para la fabricación de los escritorios de melamina, seleccionando las actividades que agregan valor y aquellas que no. Se analizará los movimientos realizados por cada operario según la operación u operaciones que desempeñan dentro del proceso de producción.

Seleccionando los tiempos menores, correspondientes a las observaciones que se realizaron en las tablas 04 y 05, se hallarán los tiempos normales empleando la escala británica 0-100, para establecer los nuevos tiempos estándar haciendo uso del sistema Westinghouse de suplementos y lograr la normalización del proceso.

Propuesta de solución 2: Elaboración de un Procedimiento Operativo Estándar

En el proceso de producción de la empresa se presentan variaciones en los tiempos y métodos de trabajo, además de ciertos tiempos de espera. Esto se debe a que no hay una buena organización ni procedimientos a disposición de los operarios, por lo que muchas veces los operarios deben esperar indicaciones de cómo elaborar o armar el mueble de acuerdo con las especificaciones del cliente.

Según Meyers (2000), muchas empresas se valen de procedimientos operativos para comunicar instrucciones a los distintos departamentos que realizaran las actividades. Estas tienen un parecido a los diagramas de procesos, exceptuando que su objetivo son las operaciones.

Para la implementación el jefe de producción o encargado de planta elabora un procedimiento operativo, el cual es el encargado de entregar a los operarios, que realizaran el pedido, dichos formatos. Esto con el fin de que los operarios sepan cómo realizar sus labores sin esperar instrucciones ni generar demoras.

Como complemento para la Propuesta de Estandarización se propuso la Capacitación del Personal de la empresa

Para lograr la estandarización de la ejecución de las operaciones, finalmente se ejecutará un plan de capacitación para entrenar a los operarios en el desarrollo de los therbligs con el fin de lograr una optimización de los tiempos de ejecución de las diversas actividades, cumplir con los tiempos estándar propuestos y aumentar la productividad de la empresa; además de entender y cumplir con las indicaciones plasmadas en las hojas de ruta y operación. Para esto se entrenará al personal en diversos temas que encamine a la empresa hacia la mejora continua y el aumento del nivel de servicio.

La formación de los operarios se muestra en la tabla 3

3.3.3.2. Problema 2: Tiempos de Transporte y Cruces dentro del Proceso

Este problema se genera debido a que no hay una adecuada distribución de los equipos y maquinas dentro del área de producción, lo cual se evidencia en los cruces en la realización de las actividades (ver figura 12 y 13). Además de esto, hay un desorden en esta área, ya que se pueden encontrar materiales y otros desperdicios regados lo que dificulta y retrasa de cierta forma el transporte y movilización del producto semiterminado de una etapa a otra (ver figura 35 y 36). Prueba de ello, tenemos las siguientes imágenes en donde se puede observar objetos en el piso, que incluso puede provocar algún tipo de accidente.



Figura 35. Piezas en espera de canteado

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.



Figura 36. Desorden en el área de producción

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Propuesta 1: Redistribución de Planta

Se realizará una nueva disposición de planta haciendo uso de las herramientas necesarias para encontrar de forma eficaz la ubicación, distribución y tamaño de las áreas que conforman el departamento de producción de la empresa.

Esta propuesta se realizó mediante la aplicación del método de Guerchet, que nos dará como resultado un valor referencia del área total requerida. Se determinan las áreas

necesarias por cada operación dentro del proceso con la finalidad de reducir tiempos de transporte y recorridos, así como cruces en el área de producción de los muebles.

Según Diaz, Jarufe y Noriega este método ha sido validado, mediante su aplicación en numerosos estudios de disposición de planta.

Además, se aplica el método SLP o diagrama relacional, el cual propone distribuciones en base a la conveniencia de cercanía de las distintas áreas, la cual emplea una simbología internacional.

Muther en su libro distribución de planta, menciona ciertos criterios o síntomas que señalan que una planta presenta una distribución inadecuada, y por ende necesita de ciertos cambios para una adecuada producción y flujo de materiales, sin exceso de cruces y materiales. A continuación, en la tabla siguiente se presentan algunos de estos criterios.

Tabla 32. Criterios para una Redistribución de Planta.

Criterio	
Retroceso y cruces en la circulación de los materiales (ver figura 12 y 13)	x
Tiempos de transporte (ver figuras 9 y 10)	x
Entregas interdepartamentales lentas	
Retrasos en la entrega de los pedidos (ver tabla 12)	x
Tiempo excesivamente prolongado del material en el proceso en comparación con el tiempo real de operación	
Área que no se ajusta a reglamentos de seguridad, edificación o contra incendios	
Obreros ociosos en gran parte de su tiempo (eficiencia de la línea pág. 69)	x
Traslados de larga distancia y demasiado frecuentes	x
Equipos de manejo inactivos y manipuladores ociosos (ver diagrama Hombre – máquina pag. 40)	x
Entregas retrasadas de material en las áreas de producción tabla	x
12	
Maquinaria anticuada	
Equipo que causa excesiva vibración y ruido	

Fuente: Muther

3.3.3.3.Problema 3: Estaciones de trabajo no equilibradas

Los puestos de trabajo en la línea de producción no se encuentran equilibrados (ver tabla 13 y 14), lo cual se vio reflejado en las eficiencias de las líneas de producción de los escritorios lineales y armarios de oficina con un 58 % y 59,6% respectivamente, esto genera además de un índice de desequilibrio elevado; que existan tiempos ociosos en ambas líneas con 75 minutos y 79 minutos debido a que las cargas de trabajo no son equitativas, lo cual significan pérdidas para la empresa ya que ese tiempo se aprovecharía para la realización de actividades que contribuyan sustancialmente a producir más.

Propuesta de solución: Nivelación de los puestos de trabajo mediante Balance de Líneas

Para solucionar el problema antes mencionado se propuso nivelar o equilibrar el proceso de modo que los tiempos de proceso en cada estación de trabajo sean lo más cercanos posibles, de modo que aumente la eficiencia de la línea. Dias y Jarufe en su libro disposición de planta manifiestan que una buena distribución de las cargas laborales permite un mejor aprovechamiento de la mano de obra y del equipo, reduciendo o eliminando en su totalidad los tiempos muertos u ociosos, para ello proponen realizar un balance de línea

3.3.3.4.Problema 4: Bajo porcentaje de Utilización de la Máquina cortadora y tiempos ociosos

La máquina cortadora presenta un bajo porcentaje de utilización, como se observa en la figura 09, generando de este modo que los costos por operación de la maquina aumentes. Siendo el porcentaje de utilización de 53 %.,

Según Carlos Rojas [14] existen 2 principios básicos en el diagrama Hombre-Máquina: So el tiempo de ocio del operario es mayor al tiempo de ocio de la máquina, significa que el operario puede operar más de una máquina.

Si el tiempo de ocio del operario es menor al tiempo de ocio de la máquina, significa que dicha maquina debe ser operada por 2 operarios.

Teniendo como base el segundo principio y que el tiempo ocioso del operario es menor al tiempo de ocio de la máquina, se concluye que dicha maquina debe ser manipulada por 2 operarios.

Propuesta de solución: Inclusión de un ayudante en la etapa de cortado para reducir los tiempos ociosos de la maquina

La máquina cortadora presenta un bajo porcentaje de utilización, por tanto, se propuso incluir a un ayudante en esta etapa. Este ayudante realiza algunas actividades en simultáneo con el operario a fin de reducir el tiempo ocioso de la máquina, así como el tiempo de operación de esta.

3.4. DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.4.1. Estandarización del proceso productivo

a. Escritorios de melamina

- **Tiempo normal**

Habiendo hallado el tiempo 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 afirma Niebel [3] el principio básico al calificar el desempeño es ajustar el tiempo medio observado para cada elemento ejecutado durante el estudio al tiempo normal, que requeriría el operario calificado para realizar la misma tarea. Para este cálculo se realizaron observaciones a los operarios de la empresa en estudio. Dichas observaciones se registran en la Tabla 4 y 5.

Para determinar este factor de calificación, se utilizó valores establecidos por la norma británica de escala numérica 0- 100. Los valores de escala mencionada aparecen en el anexo 03.

Para el cálculo del tiempo normal se multiplico los tiempos promedio (Tabla 03) hallados anteriormente por el factor de calificación de desempeño. Empleando la siguiente fórmula:

$$Tiempo Normal = Tiempo Promedio \times \frac{Factor de Calificación}{Valoracion Estándar}$$

Los resultados de este cálculo se detallan a continuación:

Tabla 33. Cálculo del Tiempo Normal para un Escritorio Lineal.

Actividad	Tiempo normal de un escritorio lineal (s)	Observaciones
Selección de MP	$20 \times 1 = 20$	Esta eta se realizó de manera optima
Transporte al área de producción	$65 \times 0,75 = 49$	Se consideró este puntaje, puesto que en esta etapa se notó que el operario no lo realizo de manera óptima, pero si fuera de lo normal. Es decir, se tomó un valor medio.
Despiece o habilitado	$410 \times 0,75 = 308$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Transporte a la cortadora	$27 \times 1 = 27$	Se consideró este puntaje, puesto que en esta etapa se notó que el operario no lo realizo de manera óptima, pero si fuera de lo normal.
Preparar la cortadora	$40 \times 0,75 = 30$	Esta etapa el operario realizo la etapa de una manera controlada
Cortado de la melamina	$1210 \times 1 = 968$	En esta etapa el trabajador realizo sus tareas, pero aun ritmo normal, pero se considera que lo podría realizar mejor. Por tanto, se consideró tal puntaje
Inspección de la pieza cortada	$73 \times 1 = 73$	El operario realizo esta etapa de una manera mejor de lo normal.
Transporte a la canteadora	$62 \times 1 = 60$	Se consideró este puntaje, puesto que en esta etapa se notó que el operario no lo realizo de manera óptima, pero si fuera de lo normal.
Cantado de las piezas	$1100 \times 0,75 = 1080$	En esta etapa el trabajador realizo sus tareas, pero aun ritmo normal, pero se considera que lo podría realizar mejor
Inspección de la pieza	$200 \times 1 = 200$	El operario realizo esta etapa de una manera mejor de lo normal.
Transporte al área de ensamblado	$40 \times 1 = 40$	Se consideró este puntaje, puesto que en esta etapa se notó que el operario no lo realizo de manera óptima, pero si fuera de lo normal
Coloca las piezas en la mesa de ensamble	$20 \times (100/100) = 20$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Armado laterales+ plancha superior	$95 \times (90/100) = 85$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Ensamblar contrafrente	$59 \times (90/100) = 53$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Insertar división vertical	$58 \times (90/100) = 52$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Colocar correderas	$240 \times 1 = 240$	Se realizó de manera óptima.
Armado de cajones	$935 \times (90/100) = 842$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Colocar chapas a los cajones	$70 \times (90/100) = 63$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Colocar correderas y jaladeras a los cajones	$300 \times (75/100) = 225$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Ensamblar cajones	$294 \times 90/100 = 265$	Se realizó de manera casi óptima.
acabados	$254 \times 1,00 = 254$	Se realizó de manera óptima.
Transporte a almacén	$260 \times 1 = 260$	Se realizó de manera optima
Total	4662 s	

En la tabla anterior se calcularon los tiempos normales utilizando la escala británica 0-100, obteniéndose un tiempo normal de 77 minutos para el escritorio de oficina.

- **Tiempo estándar**

Teniendo los tiempos normales se hallaron los nuevos tiempos estándar. Para este cálculo se siguió empleando el sistema de suplementos por descanso, cuyos valores se encuentran en la figura 15

Tabla 34. Cálculo de Suplementos por descanso

#	Actividades	SUPLEMENTOS (%)											Σ%	
		FIJOS			VARIABLES									
		NP	F	TP	PA	IP	IL	CA	TV	TA	TM	MM	MF	
1	Selección de MP	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
2	Transporte al área de producción	5	4	2	0	58	0	0	0	0	0	0	0	69
3	Despiece o habilitado	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	15
4	Transporte a la cortadora	5	4	2	0	58	0	0	0	0	0	0	0	69
5	Preparar la cortadora	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	13
6	Cortado de la melamina	5	4	2	2	0	0	0	5	2	4	0	0	24
7	Inspección de la pieza cortada	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
8	Transporte a la canteadora	5	4	2	2	6	0	0	0	0	0	0	0	19
9	Cantado de las piezas	5	4	2	0	0	0	0	5	2	0	0	0	18
10	Inspección de la pieza	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
11	Transporte al área de ensamblado	5	4	2	2	6	0	0	0	0	0	0	0	19
12	Coloca las piezas en la mesa de ensamble	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
16	Armado laterales+ plancha superior	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
17	Ensamblar contrafrente	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
18	Insertar división vertical	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
19	Colocar correderas	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
20	Armado de cajones	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
21	Colocar chapas a los cajones	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
22	Colocar correderas y jaladeras a los cajones	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
23	Ensamblar cajones	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
24	acabados	5	4	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	15
25	Transporte a almacén	5	4	2	2	33	0	0	0	0	0	0	0	46

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

NP : Necesidades personales **CA** : calidad del aire **LP** : uso de fuerza
F : Básico por fatiga **TV** : tensión visual **IL** : intensidad de la luz
TP : Trabajo de pie **TA** : tensión auditiva **MM** : monotonía mental
PA : postura anormal **TM** : tensión mental **MF** : monotonía física

Una vez calculados el tiempo normal y los suplementos de trabajo se procedió a hallar los tiempos estándar. Los resultados se muestran en la siguiente tabla, donde se puede ver que el tiempo estándar para la elaboración de un mueble es de 93 minutos.

Tabla 35. Cálculo de los Tiempos Estándar por Actividad

Actividad	T, normal	Suplemento	tiempo estándar	
Selección de MP	20	0,11	$20 \times (1 + 0,11) =$	22
Transporte al área de producción	49	0,69	$49 \times (1 + 0,69) =$	83
Despiece o habilitado	308	0,15	$308 \times (1 + 0,15) =$	354
Transporte a la cortadora	27	0,69	$27 \times (1 + 0,69) =$	46
Preparar la cortadora	30	0,13	$30 \times (1 + 0,13) =$	34
Cortado de la melamina	968	0,24	$1210 \times (1 + 0,24) =$	1200
Inspección de la pieza cortada	73	0,11	$73 \times (1 + 0,11) =$	81
Transporte a la canteadora	60	0,19	$60 \times (1 + 0,19) =$	72
Cantado de las piezas	1080	0,13	$1080 \times (1 + 0,13) =$	1221
Inspección de la pieza	200	0,11	$322 \times (1 + 0,11) =$	222
Transporte al área de ensamblado	40	0,19	$30 \times (1 + 0,19) =$	48
Coloca las piezas en la mesa de ensamble	20	0,23	$20 \times (1 + 0,23) =$	25
Armado laterales+ plancha superior	85	0,23	$72 \times (1 + 0,23) =$	105
Ensamblar contrafrente	53	0,23	$45 \times (1 + 0,23) =$	65
Insertar división vertical	52	0,23	$43,5 \times (1 + 0,23) =$	64
Colocar correderas	240	1,23	$240 \times (1 + 0,23) =$	295
Armado de cajones	702	0,23	$702 \times (1 + 0,23) =$	864

Colocar chapas a los cajones	53	0,23	$53 \times (1 + 0,23) =$	66
Colocar correderas y jaladeras a los cajones	225	0,23	$225 \times (1 + 0,23) =$	277
Ensamble cajones	265	0,23	$294 \times (1 + 0,23) =$	326
Acabados	254	0,15	$254 \times (1 + 0,15) =$	292
Transporte a almacén	260	0,46	$260 \times (1 + 0,46) =$	380
TOTAL				5579 segundos

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S,R,L
Elaboración propia

b. Armarios de oficina

- **Cálculo del tiempo normal**

Se realizó el cálculo del tiempo normal de cada una de las actividades en la producción de armarios de oficina, El tiempo normal hallado fue de 4954 segundos (83 minutos),

Tabla 36. Determinación del Tiempo Normal de los Armarios de Oficina

Actividad	Tiempo normal de un escritorio lineal (s)	Observaciones
Selección de la MP	$23 \times (100/100) = 23$	Esta etapa se realizó a un ritmo optimo
transporte al área de producción	$75 \times (100/100) = 75$	Se consideró este puntaje, puesto que en esta etapa se notó que el operario lo realizo de manera óptima.
Despiece o habilitado	$472 \times (75/100) = 354$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Transporte a la cortadora	$31 \times (100/100) = 31$	Se consideró este puntaje, puesto que en esta etapa se notó que el operario lo realizo de manera óptima.
Preparar la cortadora	$46 \times (75/100) = 34,5$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Cortado de la melamina	$1392 \times (90/100) = 1253$	En esta etapa el trabajador realizo sus tareas, pero aun ritmo normal, pero se considera que lo podría realizar mejor. Por tanto, se consideró tal puntaje
Inspección de la pieza cortada	$84 \times (100/100) = 84$	El operario realizo esta etapa de una manera óptima y alcanza el nivel de calidad exigido
Transporte a la canteadora	$69 \times (100/100) = 69$	Se consideró este puntaje, puesto que en esta etapa se notó que el operario lo realizo de manera óptima.
Cantado de las piezas	$1150 \times (75/100) = 862,5$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Inspección de la pieza	$230 \times (75/100) = 172,5$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Transporte al área de ensamblado	$35 \times (75/100) = 26,3$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
coloca las piezas en la mesa de ensamble	$23 \times (90/100) = 20,7$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Armar extremo inferior del marco	$230 \times (90/100) = 207$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Insertar base superior al marco	$67 \times (90/100) = 60,3$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Insertar división horizontal	$230 \times (90/100) = 207$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Insertar división vertical	$245 \times (90/100) = 221$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Colocar correderas	$240 \times (100/100) = 240$	El operario realiza esta actividad de manera optima
Armado cajones	$1065 \times (75/100) = 799$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Colocar chapas a cajones	$235 \times (75/100) = 178$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
Colocar correderas y jaladeras	$300 \times (75/100) = 225$	En esta actividad se notó que el operario trabajo a un ritmo constante y sin pérdidas de tiempo
ensamblar cajones	$280 \times (75/100) = 210$	Se realizó de manera óptima.
Acabados	$260 \times (100/100) = 260$	Se realizó de manera óptima.
Transporte a a almacén	$340 \times (100/100) = 340$	Se consideró este puntaje, puesto que en esta etapa se notó que el operario lo realizo de manera óptima.
Total	4954	

Fuente: fabrimuebles Los Pinos S.R.L.
Elaboración propia

En la tabla anterior se calcularon los tiempos normales utilizando la escala Británica 0-100, obteniéndose un tiempo normal de 83 minutos para el armario de oficina.

Tabla 37. Cálculo de Suplementos de Trabajo para determinar el Tiempo Estándar del Armario de Oficina
SUPLEMENTOS (%)

#	Actividades	FIJOS						VARIABLES						Σ%
		NP	F	TP	PA	IP	IL	CA	TV	TA	TM	MM	MF	
1	Selección de la MP	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
2	transporte al área de producción	5	4	2	0	58	0	0	0	0	0	0	0	69
3	Despiece o habilitado	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	15
4	Transporte a la cortadora	5	4	2	0	58	0	0	0	0	0	0	0	69
5	Preparar la cortadora	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	13
6	Cortado de la melamina	5	4	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	15
7	Inspección de la pieza cortada	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
8	Transporte a la canteadora	5	4	2	2	6	0	0	0	0	0	0	0	19
9	Canteado de las piezas	5	4	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13
10	Inspección de la pieza	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
11	Transporte al área de ensamblado	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
12	coloca las piezas en la mesa de ensamble	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
13	Armar extremo inferior del marco	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
14	Insertar base superior al marco	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
15	Insertar division horizontal	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
16	Insertar división vertical	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
17	Colocar correderas al marco	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
18	Armado cajones	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
19	Colocar chapas y cajones	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
20	Colocar correderas y jaladeras	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	23
21	ensamblar cajones	5	4	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	15
22	Acabados	5	4	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	15
23	Transporte a a almacén	5	4	2	2	33	0	0	0	0	0	0	0	46

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

- **Calculo del Tiempo Estándar**

Tabla 38. Cálculo de los Tiempos Estándar por actividad de un armario de oficina

Actividad	Tiempo normal	Suplemento	tiempo estándar (segundos)	
Selección de la MP	23	0,11	$23 \times (1 + 0,11) =$	26
transporte al área de producción	75	0,69	$75 \times (1 + 0,69) =$	124
Despiece o habilitado	354	0,15	$354 \times (1 + 0,15) =$	407
Transporte a la cortadora	31	0,69	$31 \times (1 + 0,69) =$	52
Preparar la cortadora	34,5	0,13	$34,5 \times (1 + 0,13) =$	39
Cortado de la melamina	1253	0,15	$1044 \times (1 + 0,15) =$	1441
Inspección de la pieza cortada	84	0,11	$84 \times (1 + 0,11) =$	93
Transporte a la canteadora	69	0,19	$69 \times (1 + 0,19) =$	82
Canteado de las piezas	862,5	0,13	$862,5 \times (1 + 0,13) =$	975
Inspección de la pieza	172,5	0,11	$172,5 \times (1 + 0,11) =$	191
Transporte al área de ensamblado	26,3	0,23	$26,3 \times (1 + 0,23) =$	32
coloca las piezas en la mesa de ensamble	20,7	0,23	$17,3 \times (1 + 0,23) =$	26
Armar extremo inferior del marco	70,2	0,23	$58,5 \times (1 + 0,23) =$	87
Insertar base superior al marco	207	0,23	$207 \times (1 + 0,23) =$	252
Insertar división horizontal	207	0,23	$207 \times (1 + 0,23) =$	252
Insertar división vertical	221	0,23	$221 \times (1 + 0,23) =$	261
Colocar correderas	240	0,23	$240 \times (1 + 0,23) =$	258
Armado cajones	799	0,23	$799 \times (1 + 0,23) =$	983
Colocar chapas a cajones	178	0,23	$52,5 \times (1 + 0,23) =$	223
Colocar correderas y jaladeras	225	0,23	$225 \times (1 + 0,23) =$	277
ensamblar cajones	210	0,15	$40 \times (1 + 0,15) =$	242
acabados	260	0,15	$260 \times (1 + 0,15) =$	299
transporte a almacén	340	0,46	$340 \times (1 + 0,46) =$	406
TOTAL				6011 segundos

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Elaboración propia

3.4.2. Plan de capacitación para el personal de la empresa

La segunda propuesta consiste en capacitar al personal de la empresa para el conocimiento dominio de temas básicos en ingeniería de métodos y seguridad y salud en el trabajo, además de cursos carpintería y ensamble, para un mejor desempeño; y lograr el cumplimiento de los tiempos estándar. En la tabla 3 se muestra los perfiles de cada operario, en el cual se observa que solo tienen formación secundaria.

A continuación, se explica el desarrollo del plan de capacitación, indicando el objetivo de éste y su alcance

- **Objetivo**

Elaborar un plan de capacitación para los trabajadores de la empresa Fabrimuebles Los Pinos S.R.L. para mejorar la productividad y el rendimiento de la empresa.

- **Alcance**

Todos los trabajadores fijos que laboran en la empresa Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

- **Desarrollo del plan de capacitación**

- **Temas por tratar en el curso de capacitación**

En este plan de capacitación se incluyen temas que contribuyan a la mejora continua de la empresa, y que se adapten a las necesidades de las mismas. Este plan de capacitación debe tener como mínimo 20 horas de duración, tal y como lo recomienda el Centro de Innovación Tecnológica de la Madera (CITEmadera). De acuerdo con el catálogo 2018 del SENCICO (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción), se seleccionaron algunos temas de formación para el personal.

Los temas tomados en cuenta tienen la finalidad de mejorar las competencias de los operarios en el desempeño de sus labores, además de fomentar el crecimiento organizacional de la empresa. Debido a que los operarios de esta empresa cuentan solo con formación secundaria, se tomaron en cuenta cursos básicos de herramientas de ingeniería de métodos, así como habilitado y armado de muebles.

Tabla 39. Temas para el plan de capacitación

Numero	Mes	Tema de capacitación	Fecha	Número de horas
1	JULIO	Herramientas de estandarización	4-07-2019 5-07-2019	4
2		Mejora continua 5s	18-07-2019 19-07-2019	2
3	AGOSTO	Taller en carpintería básica	8-08-2019 15-08-2019	4 4
4	SETIEMBRE	Técnicas de corte y optimización de melamina	8-09-2019	4
5	SETIEMBRE	Prevención de riesgos y seguridad y salud en el trabajo.	5-09-2019	3
5	OCTUBRE	Trabajo en equipo y desarrollo personal	12-10-2019	3
Total, de horas				24

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Tema 1: Técnicas y Herramientas de Estandarización

Se inicia la capacitación a los operarios de la empresa con este tema, puesto que no tienen conocimientos acerca de los conceptos o herramientas básicas de estandarización. Básicamente el primer punto a tratar será una noción acerca de la definición e importancia de la estandarización en el proceso productivo. Se adiestrará a los operarios mediante el empleo de distintos diagramas, tales como DOP, DAP y diagramas Hombre-Máquina, con la finalidad de darles a conocer la manera y el tiempo en el que deben realizar sus actividades

Tema 2: Taller en carpintería básica

Este curso proporcionará a los operarios conocimientos teórico- práctico acerca del adecuado manejo de los materiales y herramientas utilizadas en un taller, y de cómo estos intervienen en los procesos de fabricación para la obtención de diversos productos. Este comprenderá, los siguientes puntos.

- Introducción teórica al material madera como material básico, reconocimiento de máquinas, herramientas de taller
- Técnicas básicas de preparación de la madera
- Ensamblajes a mano, preparación de muchacho de apoyo
- Proceso de transformación de otros productos en madera
- Introducción, encolado, acabados tabla de picar
- Corte a escuadra, habilitado y armado de contenedor

Tema 3: Técnicas de Corte y Optimización de Melamina

Comprenderá técnicas de corte en madera y melamina, asimismo un uso de adecuado de la escuadradora; con el fin de conseguir un mejor aprovechamiento de la melamina sin despostillarla o astillarlo, reduciendo de esa manera mermas en el proceso productivo.

Tema 4. Prevención de riesgos y seguridad y salud en el trabajo

Mediante este curso se busca formar a los trabajadores en la prevención de riesgos laborales e impulsar la política de seguridad y salud en el trabajo. Este abarca diversos puntos como:

- Trabajo y salud: riesgos profesionales. Factores de riesgos
- Daños derivados del trabajo. Accidente laboral y enfermedad profesional
- Señalización
- Criterios para el empleo de la señalización

Tema 5: Trabajo en Equipo y Desarrollo personal

Es te taller tiene como finalidad hacer que los trabajadores comprendan que metodología deben seguir para poder desarrollar un trabajo pleno y ser capaces de organizar el trabajo diario en función de los objetivos y planteamientos establecidos por la empresa, siendo capaces, además, de resolver cualquier tipo de conflicto que se presente, y adaptándose a los nuevos cambios a través del desarrollo personal. En este taller se tratarán los siguientes temas.

- Conceptos básicos de trabajo en equipo y desarrollo personal
- Componentes de un equipo de trabajo
- Habilidades para trabajar en equipo

- Manejo de conflictos
- **Perfil del capacitador en seguridad industrial**
 - **Formación:** profesional universitario con grado de Doctor o Magister en ingeniería Industrial
 - **Experiencia:** 2 años mínimo en seguridad y salud en el trabajo
 - **Principales competencias:**
 - Capacidad de transferir conocimientos, experiencias y destrezas productivas para el desarrollo del aprendizaje del participante.
 - Correcta utilización de tecnologías y herramientas actuales y emergentes acordes a las necesidades del entorno.
 - Trabajo en equipo, proactividad, capacidad de adaptación a cambios estructurales, buen relacionamiento interpersonal, creatividad.
- **Perfil del capacitador en liderazgo y desarrollo personal**
 - **Formación:** titulado en psicología o educación
 - **Experiencia:** en talleres de capacitación en liderazgo, autoestima e inteligencia emocional no menor a 2 años
 - **Principales competencias:**
 - Trabajo en equipo, proactividad, capacidad de adaptación a cambios estructurales, buen relacionamiento interpersonal, creatividad.
- **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 (lapiceros, lápiz, regla)
- ✓ 05 hojas en blanco para apuntes
- ✓ 01 folder por cada sesión de capacitación

- **Evaluación de la capacitación**

Luego de finalizar cada taller, el participante será evaluado a través de un examen, donde se tendrán en cuenta distintos criterios, con la finalidad de medir la eficiencia de la

capacitación, el nivel de aprendizaje y el grado de conformidad con el tema expuesto. Se tendrán en cuenta los siguientes indicadores

- **Nivel de calificación:** medida de los resultados de la evaluación con respecto a una calificación estándar

$$\text{nivel de calificación} = \frac{\text{calificación obtenida en la evaluación}}{\text{máxima calificación estándar}}$$

- **Grado de conformidad:** mide la conformidad de los operarios con respecto al taller expuesto.

$$\text{grado de conformidad} = \frac{\text{número de operarios conformes}}{\text{total de operarios asistidos}}$$

- **Eficiencia de la capacitación:** este dado por la relación del número de operarios aprobados en la evaluación y el total de operarios evaluados.

$$\text{eficiencia de la capacitación} = \frac{\text{número de operarios aprobados}}{\text{total de operarios}}$$

- **Cronograma mensual de capacitación**

Tabla 40. Cronograma de Capacitaciones Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Tema	Julio	agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	diciembre
Mejora continua 5s y estandarización						
Técnicas básicas de armado						
Prevención de riesgos y seguridad en el área de trabajo.						
Los 10 Tipos de despilfarro en el área de trabajo						
Trabajo en equipo y desarrollo personal						
Liderazgo						

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Elaboración propia

3.4.3. Redistribución de planta

La redistribución de planta se efectuó haciendo uso de dos métodos. En primer lugar, la aplicación del método de Guerchet se empleó en cada una de las áreas del proceso, esto con el fin de hallar las medidas necesarias, tratando de minimizar los tiempos de recorrido. Posteriormente se utilizó el método SLP para determinar qué áreas tiene mayor relación entre sí, y por ende evitar posibles cruces y recorridos innecesarios. A continuación, se explica el desarrollo de cada uno de estos métodos.

3.4.3.1. Método de Guerchet

Por este método se calcularon los espacios físicos necesarios para un funcionamiento eficaz. Por tanto, en primer lugar, se identificó el número total tanto de maquinaria como equipos, es decir los elementos físicos, los cuales se especifican en la tabla N°21.

Tabla 41. Elementos fijos ubicados en cada área

Área	Elementos fijos	cantidad	Altura (m)
Despiece	Mesa de trabajo	2	0,9
	Repisa	1	1,8
Corte	Escuadradora	1	0,9
	Mesa de trabajo	1	0,9
Canteo	Canteadora	1	0,95
	Repisa	1	1,8
Ensamble y acabados	Mesa de trabajo	1	0,9
	Mesa de trabajo	2	0,9
	Repisa	2	1,8
Altura promedio			1,2

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Elaboración propia

De la tabla anterior se observa que la altura promedio de los elementos físicos es de 1,2 metros de altura. En segundo lugar, se identificó la altura promedio de los operarios, para lo cual se recolectaron estos datos en la tabla N° 22.

Tabla 42. Estatura promedio de los trabajadores

Operarios	Altura
Operario 1	1,6
Operario 2	1,58
Operario 3	1,58
Operario 4	1,6
Operario 5	1,6
Altura promedio	1,6

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

La altura promedio de los operarios de la planta es de 1,6 metros de alto. Estos valores fueron necesarios para hallar el coeficiente de evolución k.

- **Calculo del coeficiente de evolución**

Se determino un coeficiente de evolución general para todo el proceso productivo. Dicho coeficiente de evolución tiene un valor de 0,76, el cual fue hallado de la siguiente manera. Se tomaron los valores de los elementos estáticos y móviles del área de producción, cuyos valores son 1,2 y 1,6, que se encuentran en las tablas 22 y 23 respetivamente. con esto se procedió a aplicar la formula.

$$k = \frac{APO}{2AME}$$

DONDE:

K= constante del proceso productivo

APO= altura promedio de los operarios

AME= altura media de maquinaria o muebles

$$k = \frac{1,6}{2 \times 1,2} = 0,67$$

- **Cálculo del área total requerido**

Habiendo hallado el valor de k , se calcularon las áreas totales por cada etapa del proceso de producción. A continuación, se muestra una tabla con las áreas requeridas por cada elemento del área de producción.

Tabla 43. Suma de las áreas totales por etapa

Etapa	Elemento estático	Cantidad	Área total (m^2)
Despiece	Mesas de trabajo	2	16
	Repisas	1	2
Corte	Escuadradora	1	28
	Mesa de trabajo 3	1	9
	Canteadora	1	6
Canteadado	Mesa de trabajo 4	1	7
	Repisa	1	2
Ensamble y acabados	Mesa de trabajo 5 Y	2	17
	6		
	Repisa	2	3
Área total			90

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Del cuadro anterior se observa que el área total necesaria para el área de producción de la empresa es de $96 m^2$. A continuación, se muestran los cálculos de las áreas para cada una de las etapas del proceso.

Tabla 44. Cálculo del área total para la estación de despiece

Maquinas	cantidad	numero de lados	ESTACION DE CORTE				altura	Superficie de evolucion	Superficie total
			largo	ancho	Superficie estatica	Super de gravitacion			
Elementos moviles operario	2						1.7		
Elementos fijos Escuadra	1	2	3.15	3	9.45	18.9	0.9	26.775	55.125

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

TABLA 44: Calculo del área total para la estación de corte
ESTACION DE CORTE

Maquinas	cantidad	numero de lados	largo	ancho	Superficie estatica	Super de gravitacion	altura	Superficie de evolucion	Superficie total
Elementos moviles operario	2						1.7		
Elementos fijos Escuadra	1	2	3.15	3	9.45	18.9	0.9	26.775	55.125
Mesa	1	4	1.5	1.2	1.8	7.2	0.8	8.5	17.5
TOTAL									72.625

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Tabla 45. Cálculo del área total para la estación de canteado

ESTACION DE CANTEO									
Maquinas	cantidad	numero de lados	largo	ancho	Superficie estatica	Super de gravitacion	altura	Superficie de evolucion	Superficie total
Elementos moviles operario	2						1.7		
Elementos fijos									
Canteadora	1	2	3.15	3	9.45	18.9	0.9	7.53046875	35.8804688
anaquel metalico	1	1	2	0.5	1	1	1.4	0.53125	2.53125
mesa	1	4	1	1.2	1.2	4.8	0.9	1.59375	7.59375
TOTAL									46.0054688

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Tabla 46. Cálculo del área total para la estación de ensamble

ESTACION DE ENSAMBLE Y ACABADOS									
Maquinas	cantidad	numero de lados	largo	ancho	Superficie estática	Super de gravitación	altura	Superficie de evolución	Superficie total
Elementos moviles operario	2						1,6		
Elementos fijos									
mesas de trabajo 5 y 6	2	4	1,5	1,8	2,7	10,8	0,8	3,375	17
Repisa	2	1	1,4	0,3	0,42	0,42	1,8	0,64	3
TOTAL									20

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

- Para la estación de despiece se tomaron 3 elementos fijos: 2 mesas de trabajo y una repisa. En esta última se colocarán los accesorios necesarios para llevar a cabo esta operación, tales como lápices, reglas, entre otras. Se tiene un área total necesaria de 18 m².
- Para la estación de corte se calculó un área de 37 m², esto debido a las dimensiones de la maquina escuadradora, además de una mesa de trabajo en donde se depositarán las piezas de melanina cortadas.
- Para el área de canteado se estimó un área total de 15 metros cuadrados debido a que la empresa trabaja con una canteadora imec de dimensiones pequeñas 1,6x1,07. También se tomó en cuenta una mesa de trabajo, en donde se colocarán las piezas tanto canteadas, como por cantear. Adicionalmente se tiene una repisa en donde se tiene las cintas tapacanto que se emplearan, de acuerdo al pedido que se está atendiendo, con el fin de evitar tiempos de transporte hacia almacén que puedan retrasar el flujo del proceso.
- Para el área de ensamble y acabados se consideraron 2 mesas de trabajo, debido a que son 2 operarios, de manera que facilite su trabajo y no se estorben el uno al otro, ya que actualmente solo se tiene una mesa de ensamble, ya que actualmente se tiene una sola mesa en esta estación. Además, se consideró un espacio adicional de 6 m², esto para que los operarios puedan realizar la operación final, de acabados; en la cual trabajan ambos en simultaneo; dando un total de 96 metros cuadrados, como se muestra en la redistribución de planta de la figura N°36. El área total de ensamble será de 26 metros cuadrados.
- Para hallar los nuevos tiempos de transporte se realizó una regla de tres, al tener las nuevas distancias.

3.4.3.2. Aplicación del método de SLP (Sistematic Layout Planning)

Luego de haber calculado por el método de Guerchet, los espacios físicos (áreas) necesarios para el departamento de producción, se procedió a hallar la distribución de las máquinas y equipos, por medio de un diagrama relacional de estos. Para esto se utilizó una escala de valores para la proximidad de las actividades y está dado por la siguiente simbología:

A	ABSOLUTAMENTE NECESARIO		4
E	ESPECIALMENTE IMPORTANTE		3
I	IMPORTANTE		2
O	ORDINARIA O NORMAL		1
U	SIN IMPORTANCIA		0
X	INDESEABLE		-1
XX	MUY INDESEABLE		-2

Figura 37. Simbología

Fuente: Diaz, Jarufe y Noriega (2013)

Posteriormente se construyó una matriz diagonal con todos los elementos estáticos de la empresa, haciendo uso de la simbología descrita en la figura N°16. A continuación se muestra la relación existente entre las actividades.

ALMACEN MP									
DESPIECE	A								
CORTADORA	E	U							
MESA DE TRABAJO 4	A	U	O						
CANTEADORA	A	E	U	I					
MESA DE ENSAMBLE	A	U	U	U	E				
MESA DE HERRAMIENTAS	A	U	U	U	U				

Figura 38. Matriz relacional diagonal

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

El proceso de despiece, así como el área de ensamble quedaron ubicados cerca al almacén de materia prima, puesto que se consideró que es absolutamente necesaria su cercanía, ya que en el proceso de ensamble el operario pierde mucho tiempo en transportar los accesorios con la distribución actual, las demás áreas se ubicaron una seguida de otra con una secuencia en U. A continuación, se construyó un diagrama relacional, a partir de la matriz descrita anteriormente.

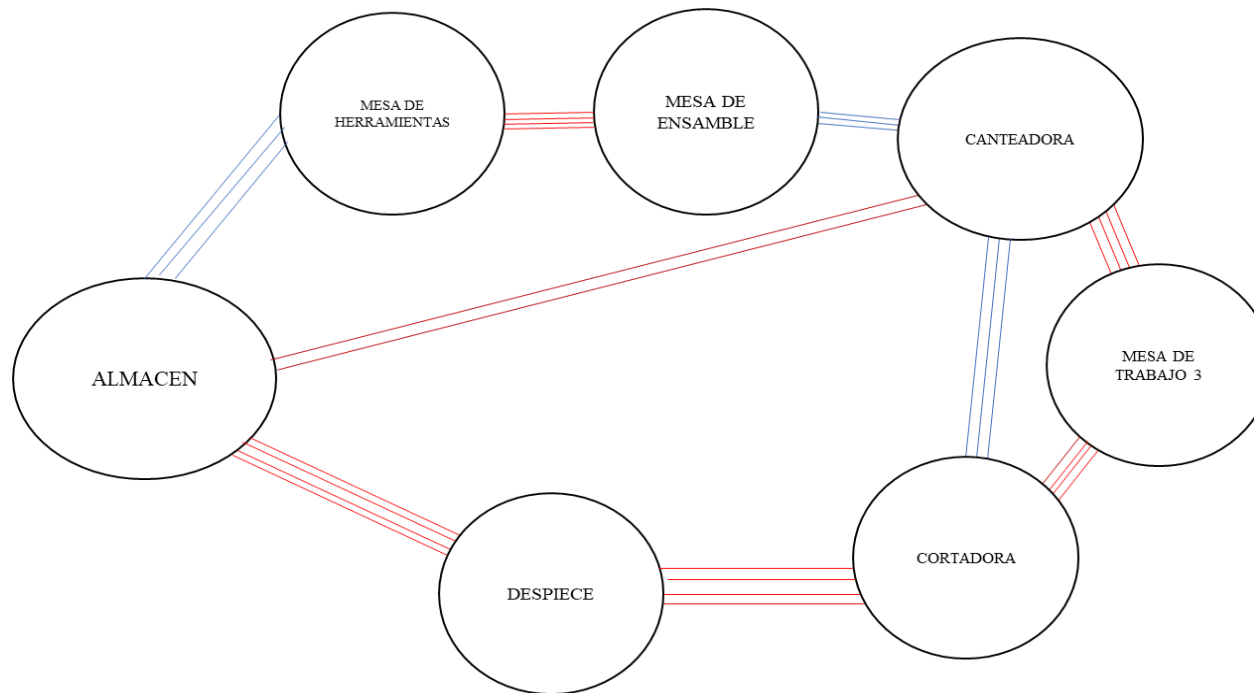


Figura 39. Diagrama Relacional de las Actividades

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

A continuación, se muestra el diagrama de recorrido propuesto para el departamento de producción de la empresa

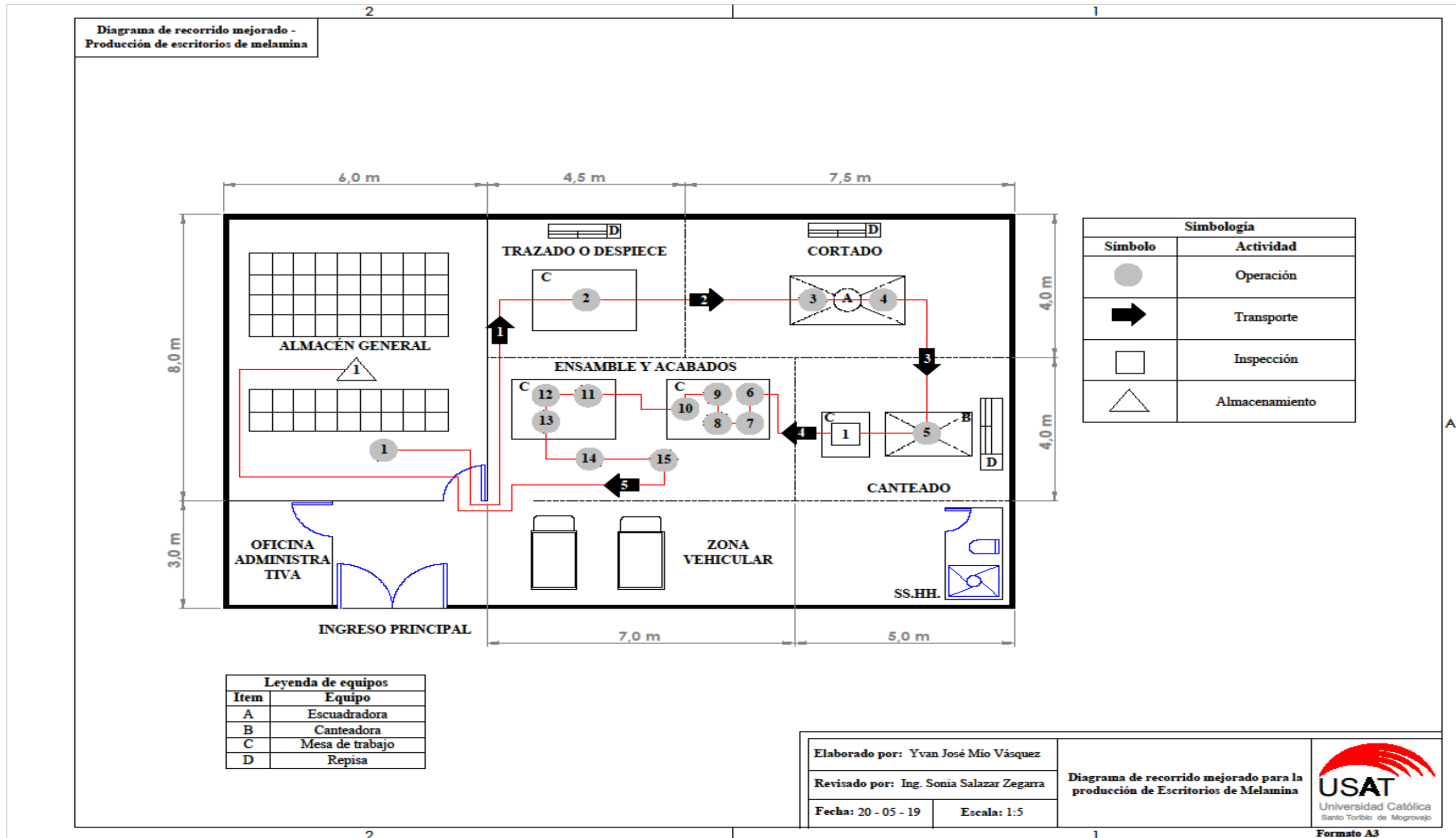


Figura 40. Diagrama de Recorrido Propuesto para los Escritorios de Lineales de Melamina
 Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

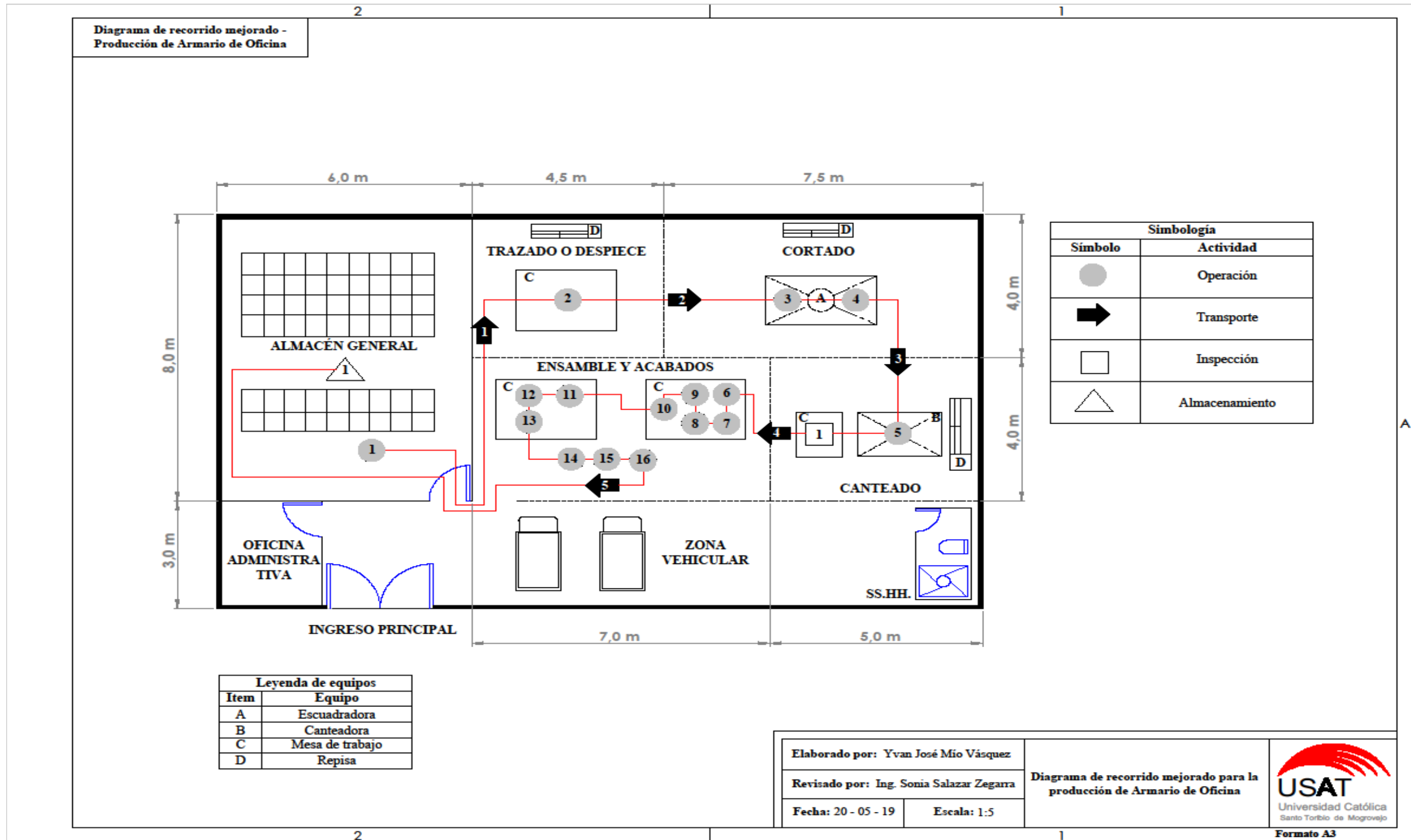


Figura 41. Diagrama de Recorrido Propuesto para los Armarios de Oficina
 Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

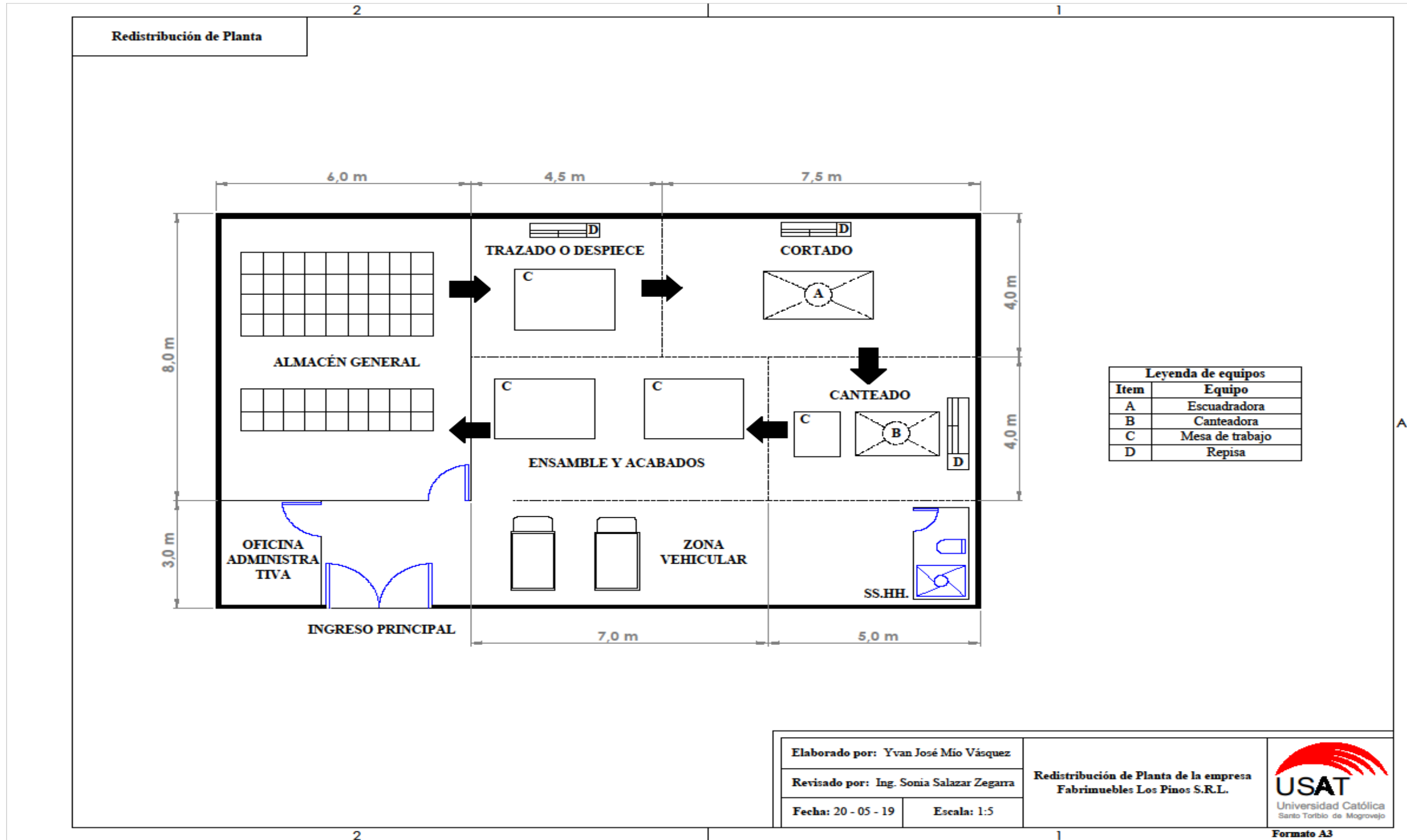


Figura 42. Redistribución de Planta Propuesto para la Empresa
 Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

3.4.4. Reducción del tiempo de cortado y mejora de la utilización de la maquina cortadora con la inclusión de un ayudante en la etapa de cortado

- **Mejora estación de corte de melanina (Escritorios)**

Para reducir el tiempo de ciclo en esta estación de corte e incrementar la utilización de la máquina escuadradora se decidió incluir un operario a esta etapa. El detalle de las actividades que realizará éste operario se especifica en el siguiente Diagrama Hombre Máquina.

Tabla 47. Diagrama Hombre- Máquina propuesto para el Escritorio Lineal

TIEMPO	OPERARIO 1	HOM.	MAQ.	HOM	MÁQUINA	OPERARIO 2
24 s	Transportar plancha				Tiempo ocioso	Transportar la plancha
3 min 10 s	Limpiar la maquina					Limpiar la maquina
3 min 40 s	Colocar plancha					Colocar plancha
3 min 53	Calibrado				Calibrado	Calibrado
4 min 8 s	Corte				Corte	Corte
4 min 21s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
4 min 36 s	Corte				Corte	Corte
5 min 49 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
6 min 04 s	Corte				Corte	Tiempo ocioso
6 min 17 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
6 min 32 s	Corte				Corte	Corte
6 min 45s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
7 min	Corte				Corte	Corte
7 min 13 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
7 min 28 s	Corte				Corte	Corte
7 min 41 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
7 min 56s	Corte				Corte	Corte
8 min 09 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
8 min 24 s	Corte				Corte	Corte
8 min 37 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
8 min 52 s	Corte				Corte	Corte
9 min 05 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
9 min 20 s	Corte				Corte	Corte

9 min 33 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
10 min 48 s	Corte				Corte	Corte
11 min 01 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
11 min 16 s	Corte				Corte	Corte
11 min 29 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
11 min 44 s	Corte				Corte	Corte
11 min 57 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
12 min 12 s	Corte				Corte	Corte
12 min 25 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
12 min 40 s	Corte				Corte	Corte
12 min 53 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
13 min 8 s	Corte				Corte	Corte
13 min 21 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
13 min 36 s	Corte				Corte	Corte
13 min 49 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
14 min 04 s	Corte				Corte	Corte
14 min 17 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
14 min 32 s	Corte				Corte	Corte
14 min 45 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
15 min	Corte				Corte	Corte
15 min 13 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
15 min 28 s	Corte				Corte	Corte
15 min 41 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
15 min 56 s	Corte				Corte	Corte
16 min 09 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
16 min 24 s	Corte				Corte	Corte
16 min 37 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
16 min 52 s	Corte				Corte	Corte
17 min 05 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
17 min 20 s	Corte				Corte	Corte
17 min 33s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
17 min 48 s	Corte				Corte	Corte
18 min 01 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
18 min 16 s	Corte				Corte	Corte
18 min 29 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
18 min 44 s	Corte				Corte	Corte

18 min 57 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
19 min 12 s	Corte				Corte	Corte
19 min 25 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
19 min 40 s	Corte				Corte	Corte
19 min 52 s	Tiempo ocioso				Tiempo ocioso	Descarga e inspección

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Elaboración propia

En este diagrama se puede observar que la maquina tiene 5,1 minutos sin ser ocupada por el operario. Lo cual refleja la reducción del tiempo ocioso de la maquina en 8,4 minutos. Esto se logró gracias a la inclusión un operario a la etapa de cortado, mejorando significativamente el porcentaje de utilización de la máquina.

Este operario apoyara en las actividades de corte, asimismo realizara la descarga de las piezas ya cortadas al mismo tiempo que inspecciona dichas piezas, en caso presenten alguna anomalía. Esto por lo tanto permitirá eliminar la inspección al final del proceso, al ya haber sido realizada por este operario, reduciendo de esta manera el ciclo en esta estación de corte.

$$\sum Total\ Horas\ Hombre\ 1 = 0,33\ horas$$

$$\sum Total\ Horas\ Hombre\ 2 = 0,33\ horas$$

$$\sum Total\ Horas\ Maquina = 0,28\ horas$$

Tiempo ocioso de la maquina = 3,47 minutos

Tiempo productivo de la maquina = 16,4 minutos

$$utilización\ de\ la\ maquina = \frac{16,4}{19,87} \times 100$$

$$utilización\ de\ la\ maquina = 82,5\ \%$$

La máquina cortadora esta el 82,5% del tiempo total de la operación ocupada, como se observa en el diagrama hombre- máquina. Mejorando así, gracias a la inclusión de un

ayudante en esta etapa. De esta manera el tiempo de las piezas en esta etapa se reduce, disminuyendo así el tiempo de entrega de los pedidos.

Además, el tiempo de ciclo del cortado se redujo en un 20 %, con lo cual el tiempo estándar de cortado se reduciría a 16.8 minutos, con esta propuesta.

Cabe resaltar que el operario de trazado será el que apoye en esta etapa de corte, sin necesidad de contratar un operario más, puesto que estas etapas se unen en el balance de líneas de la propuesta posterior.

- **Mejora estación de corte de melanina (armarios de oficina)**

Tabla 48. Diagrama Hombre- Máquina propuesto para el Escritorio Lineal

TIEMPO	OPERARIO 1	HOM.	MAQ.	HOM	MAQUINA	OPERARIO 2
24 s	Transportar plancha				Tiempo ocioso	Transportar la plancha
3 min 10 s	Limpiar la maquina					Limpiar la maquina
3 min 40 s	Colocar plancha					Colocar plancha
3 min 53	Calibrado				Calibrado	Calibrado
4 min 8 s	Corte				Corte	Corte
4 min 21s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
4 min 36 s	Corte				Corte	Corte
5 min 49 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
6 min 04 s	Corte				Corte	Tiempo ocioso
6 min 17 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
6 min 32 s	Corte				Corte	Corte
6 min 45s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
7 min	Corte				Corte	Corte
7 min 13 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
7 min 28 s	Corte				Corte	Corte
7 min 41 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
7 min 56s	Corte				Corte	Corte
8 min 09 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
8 min 24 s	Corte				Corte	Corte
8 min 37 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
8 min 52 s	Corte				Corte	Corte
9 min 05 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
9 min 20 s	Corte				Corte	Corte

9 min 33 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
10 min 48 s	Corte				Corte	Corte
11 min 01 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
11 min 16 s	Corte				Corte	Corte
11 min 29 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
11 min 44 s	Corte				Corte	Corte
11 min 57 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
12 min 12 s	Corte				Corte	Corte
12 min 25 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
12 min 40 s	Corte				Corte	Corte
12 min 53 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
13 min 8 s	Corte				Corte	Corte
13 min 21 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
13 min 36 s	Corte				Corte	Corte
13 min 49 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
14 min 04 s	Corte				Corte	Corte
14 min 17 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
14 min 32 s	Corte				Corte	Corte
14 min 45 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
15 min	Corte				Corte	Corte
15 min 13 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
15 min 28 s	Corte				Corte	Corte
15 min 41 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
15 min 56 s	Corte				Corte	Corte
16 min 09 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
16 min 24 s	Corte				Corte	Corte
16 min 37 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
16 min 52 s	Corte				Corte	Corte
17 min 05 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
17 min 20 s	Corte				Corte	Corte
17 min 33s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
17 min 48 s	Corte				Corte	Corte
18 min 01 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
18 min 16 s	Corte				Corte	Corte
18 min 29 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
18 min 44 s	Corte				Corte	Corte

18 min 57 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
19 min 12 s	Corte				Corte	Corte
19 min 25 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
19 min 40 s	Corte				Corte	Corte
19 min 53s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
20 min 08 s	Corte				Corte	Corte
20 min 21 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
20 min 36 s	Corte				Corte	Corte
20 min 49 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
21 min 04 s	Corte				Corte	Corte
21 min 17 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
21 min 32 s	Corte				Corte	Corte
21 min 45 s	Calibrado				Calibrado	Descarga e inspección
22 min	Corte				Corte	Corte
22 min 52 s	Tiempo ocioso				Tiempo ocioso	Descarga e inspección

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Elaboración propia

En este diagrama se puede observar que la maquina tiene 5,1 minutos sin ser ocupada por el operario. Lo cual refleja la reducción del tiempo ocioso de la maquina en 8,4 minutos. Esto se logró gracias a la inclusión un operario a la etapa de cortado, mejorando significativamente el porcentaje de utilización de la máquina.

Este operario apoyara en las actividades de corte, asimismo realizara la descarga de las piezas ya cortadas al mismo tiempo que inspecciona dichas piezas, en caso presenten alguna anomalía. Esto por lo tanto permitirá eliminar la inspección al final del proceso, al ya haber sido realizada por este operario, reduciendo de esta manera el ciclo en esta estación de corte.

$$\sum Total\ Horas\ Hombre\ 1 = 0,37\ horas$$

$$\sum Total\ Horas\ Hombre\ 2 = 0,38\ horas$$

$$\sum Total\ Horas\ Maquina = 0,33\ horas$$

Tiempo ocioso de la maquina = 3,47 minutos

Tiempo productivo de la maquina = 20 minutos

$$\text{utilización de la maquina} = \frac{16,4}{19,87} \times 100$$

$$\text{utilización de la maquina} = 82,5 \%$$

La máquina cortadora esta el 76,5% del tiempo total de la operación ocupada, como se observa en el diagrama hombre- máquina. Mejorando así, gracias a la inclusión de un ayudante en esta etapa. De esta manera el tiempo de las piezas en esta etapa se reduce, disminuyendo así el tiempo de entrega de los pedidos.

Además, el tiempo de ciclo del cortado se redujo en un 20 %, con lo cual mi tiempo de cortado con tiempo estándar se reduciría a 16.8 minutos, con esta propuesta.

3.4.5. NIVELACIÓN DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO MEDIANTE UN BALANCE DE LINEAS

Partiendo del nuevo método propuesto después de la estandarización se realizó una propuesta para equilibrar las estaciones de trabajo. En la situación actual la empresa cuenta con 4 estaciones, las cuales son. Despiece, cortado, canteado y ensamble y acabados. Para que la distribución antes propuesta tenga un mejor resultado y una mayor eficiencia se procede a balancear las actividades en las estaciones. Para esto se realizan los siguientes puntos:

- En primer lugar, se describen los tiempos obtenidos en la mejora propuesta de la estandarización tanto de escritorios lineales como armaros de oficina
- En segundo lugar, se determinó el tiempo de cadencia, para este caso este tiempo está dado por el nuevo tiempo del cuello de botella
- Se halló el número mínimo de estaciones haciendo uso de la siguiente formula:

$$n = \frac{\sum t_i}{\text{tiempo de cadencia}}$$

- Luego se halló el tiempo de proceso que debe tener cada estación, para proceder a agrupar las actividades.
- Habiendo agrupado las actividades se hallaron los nuevos indicadores de eficiencia, índice de desequilibrio y los nuevos tiempos muertos.

a. Balance de la línea de escritorios lineales

Para los escritorios lineales el tiempo de ciclo es de 26,23 minutos. Con esto se halló el número de estaciones mínimo, el cuales nos dio como resultado 3 estaciones.

$$n = \frac{77,2}{26,23} = 3 \text{ estaciones}$$

Sabiendo el número de estaciones, se determinó el tiempo de proceso en cada estación, el cual es de 26 minutos. La nueva agrupación se describe a continuación en la siguiente tabla.

- **Estación 1: Cortado de Melanina**

En la tabla N°49 se detalla las actividades de la primera estación con sus respectivos tiempos.

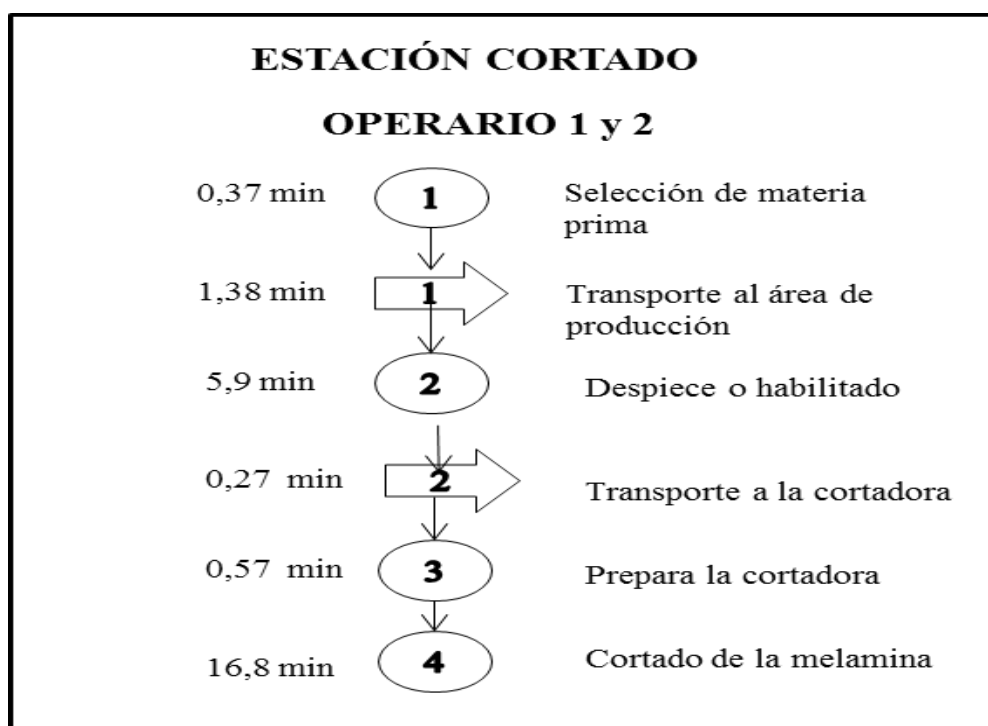
Para esta estación se unieron las etapas de trazado y la de cortado, teniendo un tiempo de ciclo de 25,3 minutos. Se unieron ambas estaciones ya que se determinó que se debe incluir un operario en la etapa de cortado, tal como se demuestra en la figura N° 37 (Diagrama Hombre maquina). De igual manera el operario de cortado apoyara en el trazado de modo que se pueda cumplir con el tiempo estándar propuesto. Por tanto, esta estación contara con 2 operarios.

Tabla 49. Actividades en el Área de Cortado

Estación de trabajo	Operario	Actividad	Tiempo
		Selección de MP	0,37
		Transporte al área de producción	1,38
DESPIECE y CORTADO (A)	OPERARIO 1 y 2	Despiece o habilitado	5,90
		Transporte a la cortadora	0,27
		Preparar la cortadora	0,57
		Cortado de la melamina	16,8
TIEMPO TOTAL			25,3

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

A continuación en la figura N°43 se representa esta estación por medio de un diagrama; que cuenta con 4 operaciones y 2 transportes, dando un total de 6 actividades.

**Figura 43. Estación 1- Etapa de Cortado**

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

- **Estación 2: Canteado de Piezas**

La segunda estación será la etapa de canteado con un tiempo de ciclo de 25,7 minutos. En la tabla N° 47 se visualizan las actividades con sus respectivos tiempos estándar, estas serán realizadas por un solo operario

Tabla 50. Actividades en el Área de Canteado

Puesto o estación de trabajo	Operario	ACTIVIDAD	TIEMPO
CANTEADO ©	OPERARIO3	Transporte a la canteadora	1,2
		Canteado de las piezas	20,35
		Inspección de la pieza	3,7
		Transporte al área de ensamblado	0,8
		coloca las piezas en la mesa de ensamble	0,18
Total			25,7

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Elaboración propia

En la figura N° 44 se muestra un diagrama de la estación de canteado, la cual cuenta con 2 transportes, 2 operaciones y una inspección, teniendo un total de 5 actividades.

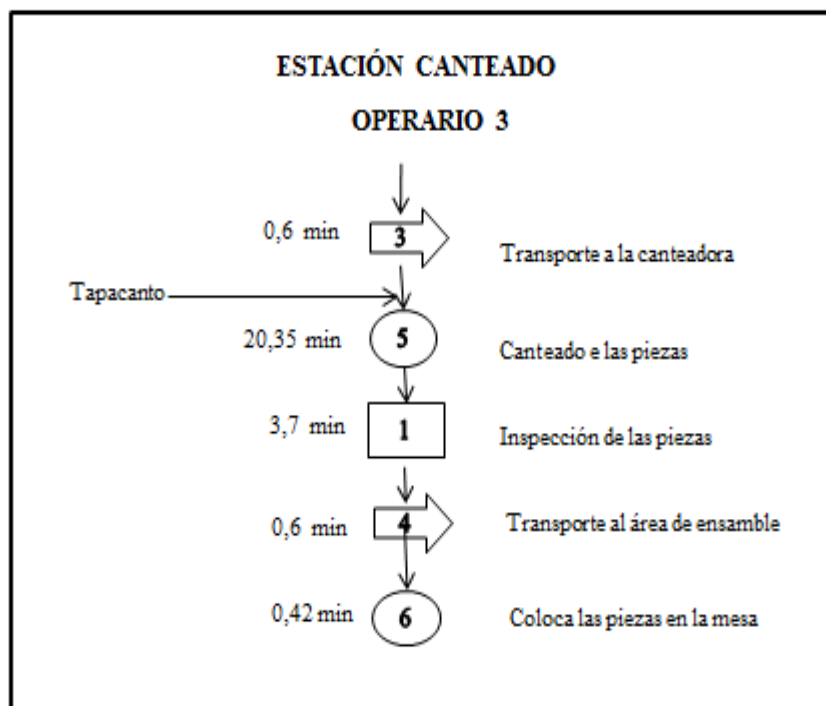


Figura 44. Estación 2- Etapa de Canteado

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

- **Estación 3: Ensamble y Acabados del Escritorio Lineal**

Por último tenemos la estación 3, la cual tiene un tiempo de ciclo de 26.2. Esta estación contará con 2 operarios que tendrán asignadas determinadas actividades, las mismas que aparecen en la tabla N° 48, esto se realizó con el fin de equilibrar las cargas de trabajo en esta estación para ambos operarios, y de esta manera estén activos durante todo el ciclo de ensamble.

Entre ambos grupos de actividades hay una diferencia de poco más de 3 minutos. Esta área contará con 2 mesas de trabajo, una para cada operario, además de un espacio adicional libre de obstáculos, en donde ambos operarios puedan realizar simultáneamente las operaciones de acabados, además del transporte al almacén general; tal y como se planteó en la propuesta de redistribución de planta.

Tabla 51. Actividades en el Área de Ensamble

OPERARIO 4	TIEMPO	TIEMPO	OPERARIO 5
Armado laterales+ plancha superior	105		
Ensamblar contrafrente	65	864	Armado de cajones secundarios
Insertar división vertical	64		
Colocar correderas	295		
Colocar chapas al cajón principal	66	218	ensamble de cajones secundarios
Colocar correderas y jaladeras	278	109	ensamble cajón principal
colocar jaladeras			
acabados	292	292	acabados
transporte	91	91	transporte
total	22,9	26,23	total

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

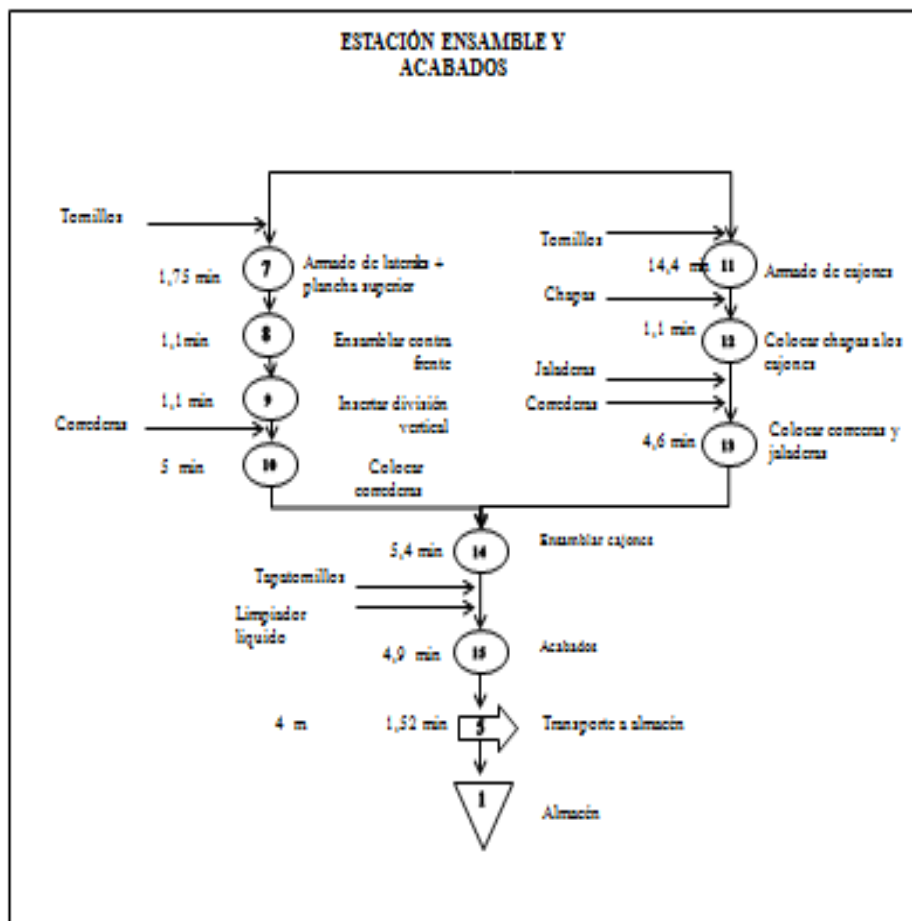


Figura 45. Estación 3- Etapa de Ensamble y Acabados

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

✓ **Cálculo del coeficiente de desequilibrio**

$$= \frac{100x((3 * 26,23) - (77,2))}{3 * 26,23} = 1,9\%$$

Con la propuesta, el nuevo coeficiente de desequilibrio de la propuesta se redujo considerablemente (1,9%), debido a que los tiempos están nivelados en las tres estaciones propuestas.

✓ **Cálculo de la eficiencia de la línea**

$$eficiencia\ de\ la\ linea = \frac{100x77,2}{3x26,23}$$

$$eficiencia\ de\ la\ linea = 98,1\%$$

La eficiencia de la línea es de 98,1%.

✓ **Cálculo de tiempos ociosos**

El tiempo de flujo del proceso es 93 minutos, es decir que la primera unidad de escritorio es producida en ese tiempo, siendo la estación D la que marca el ritmo de producción con un tiempo de 46.36 minutos.

$$tiempo\ ocioso = nxc - \sum t_i$$

$$tiempo\ ocioso = 3x26,23 - 77,2 = 1,49\ minutos$$

El tiempo ocioso que se genera al producir dos unidades de escritorio es de 1,49 lo cual muestra una significativa reducción con respecto a la actual.

En la figura N°42 se representa gráficamente el flujo continuo que se alcanzó con la nueva propuesta, de esta manera se logran eliminar los tiempos de espera, al estar equilibradas las 3 estaciones.

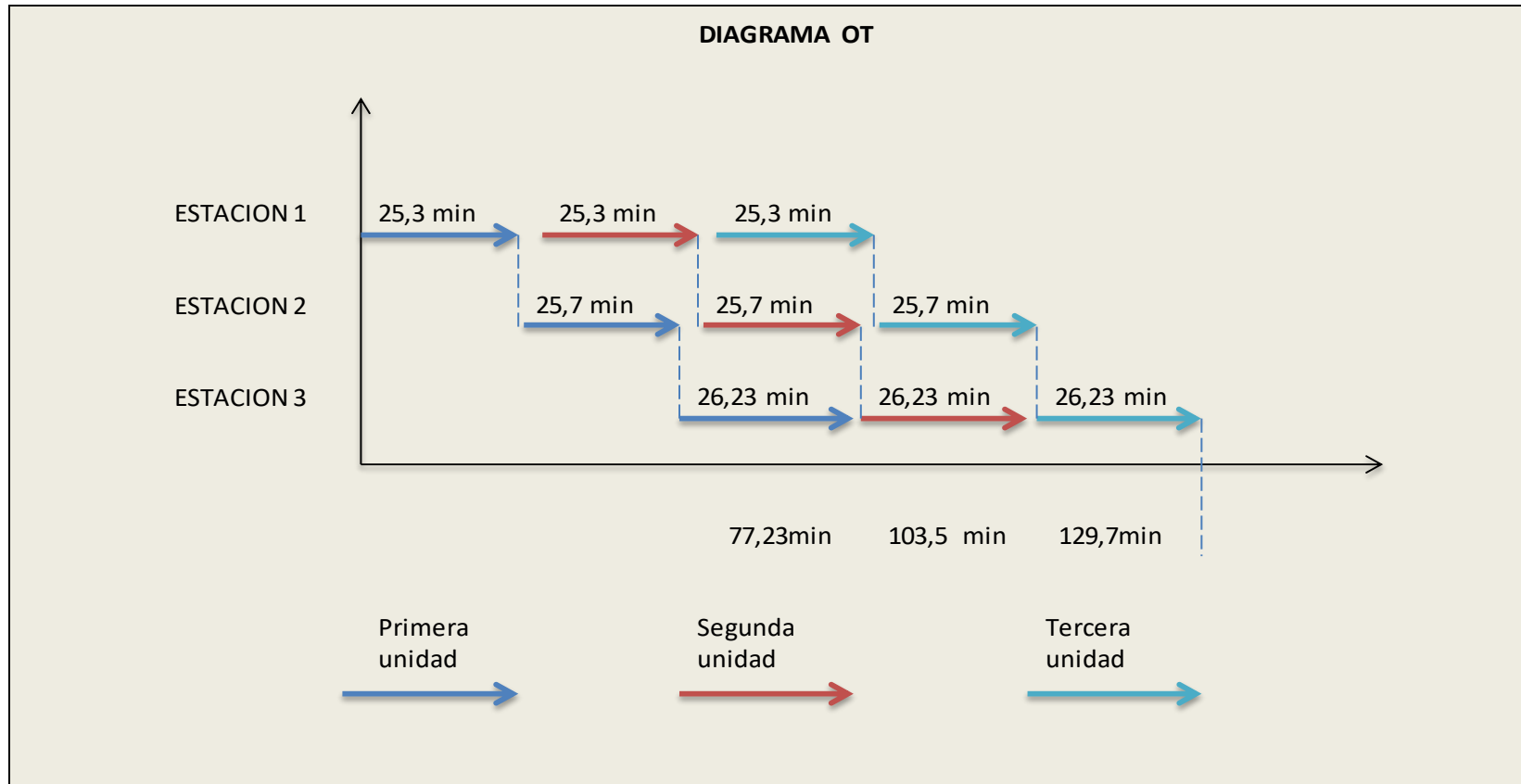


Figura 46. Diagrama OT mejorado – Flujo Continuo Producción de Escritorios Lineales

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

b. Balance de la línea de armarios de oficina

Para los armarios de oficina el tiempo de ciclo es de 29,86 minutos. Con esto se halló el número de estaciones mínimo, el cuales nos dio como resultado 3 estaciones.

$$n = \frac{84,7}{29,86} = 3 \text{ estaciones}$$

Sabiendo el número de estaciones, se determinó el tiempo de proceso en cada estación, el cual es de 28,3 minutos. La nueva agrupación se describe a continuación en la siguiente tabla.

- **Estación 1: cortado de melamina**

Tabla 52. Actividades en el Área de Cortado

Puesto o estación de trabajo	Operario	Actividad	Tiempo
DESPIECE y CORTADO (A)	OPERARIO 1 y 2	Selección de MP	0,44
		Transporte al área de producción	2
		Despiece o habilitado	6,7
		Transporte a la cortadora	0,3
		Preparar la cortadora	0,65
		Cortado de la melamina	18
TIEMPO TOTAL			28,1

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

En la tabla N°49 se detalla las actividades de la primera estación con sus respectivos tiempos.

Para esta estación se unieron las etapas de trazado y la de cortado, teniendo un tiempo de ciclo de 28,1 minutos. Se unieron ambas estaciones ya que se determinó que se debe incluir un operario en la etapa de cortado, tal como se demuestra en la figura 47 (Diagrama Hombre maquina). De igual manera el operario de cortado apoyara en el trazado de modo que se pueda cumplir con el tiempo estándar propuesto.

Por tanto, esta estación contara con 2 operarios. A continuación, en la figura 47 se representa esta estación por medio de un diagrama; que cuenta con 4 operaciones y 2 transportes, dando un total de 6 actividades.

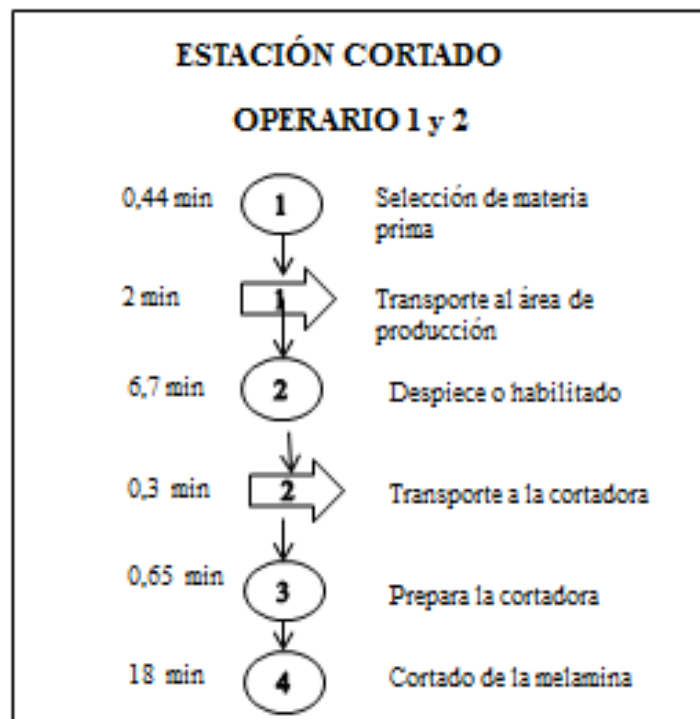


Figura 47. Estación 1- Etapa de Cortado

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

- **Estación 2: Canteado de Piezas**

Tabla 53. Actividades en el Área de Canteado

Estación de trabajo	Operario	Actividad	Tiempo
CANTEADO ©	OPERARIO3	Transporte a la canteadora	0,7
		Canteado de las piezas	21
		Inspección de la pieza	3,2
		Transporte al área de ensamblado	0,4
		coloca las piezas en la mesa de ensamble	0,44
Total			26,74

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

La segunda estación será la etapa de canteado con un tiempo de ciclo de 26,74 minutos. En la tabla N° 50 se visualizan las actividades con sus respectivos tiempos estándar, estas serán realizadas por un solo operario

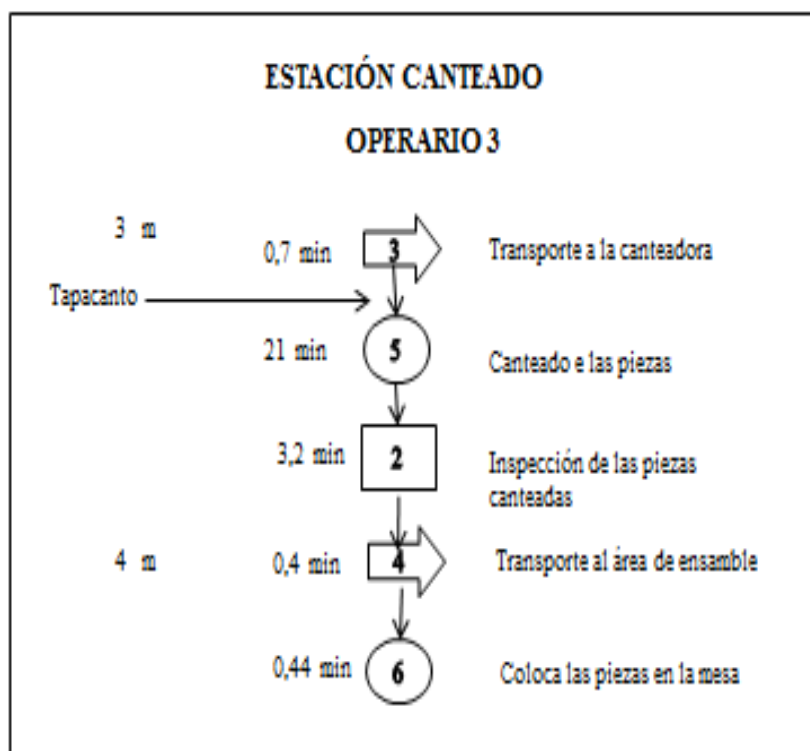


Figura 48. Estación 2- Etapa de Canteado

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

En la figura N° 48 se muestra un diagrama de la estación de canteado, la cual cuenta con 2 transportes, 2 operaciones y una inspección, teniendo un total de 5 actividades, cabe resaltar que esta estación (área) , tendrá tres elementos fijos, que son la maquina canteadora, una mesa de trabajo (para el depósito de las piezas) y una repisa en donde se colocara el tapacantos y demás insumos necesarios para estas operaciones (tabla N°44).

- **Estación de ensamble y acabados**

Por último, tenemos la estación 3, la cual tiene un tiempo de ciclo de 29.86. Esta estación contara con 2 operarios que tendrán asignadas determinadas actividades, las mismas que aparecen en la tabla N° 51, esto se realizó con el fin de equilibrar las cargas de trabajo en esta estación para ambos operarios, y de esta manera estén activos durante todo el ciclo de ensamble.

Entre ambos grupos de actividades hay una diferencia mínima de 1 minuto. Esta área contara con 2 mesas de trabajo, una para cada operario, además de un espacio adicional libre de obstáculos, en donde ambos operarios puedan realizan simultáneamente las operaciones de acabados, además del transporte al almacén general

Tabla 54. Actividades en el Área de Ensamble y Acabados

OPERARIO 4	TIEMPO	TIEMPO	OPERARIO 5
Armar extremo inferior del marco	1,24	16,38	Armado de cajones secundarios
Insertar base superior al marco	4	4,2	Armado de cajones secundarios
Insertar división horizontal	4,1		
Insertar división vertical	4,2	1,9	ensamble de cajones secundarios
Colocar correderas	4,3		
Colocar chapas a cajones	1,9		
Colocar correderas y jaladeras	4,7		
Acabados	4,9	4,9	Acabados
Transporte	1,52	1,52	Transporte
	29,86	28,9	

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

En la figura N° 45 se muestra una representación gráfica de este puesto de trabajo, que cuenta de manera general con 10 operaciones y un transporte al almacén.

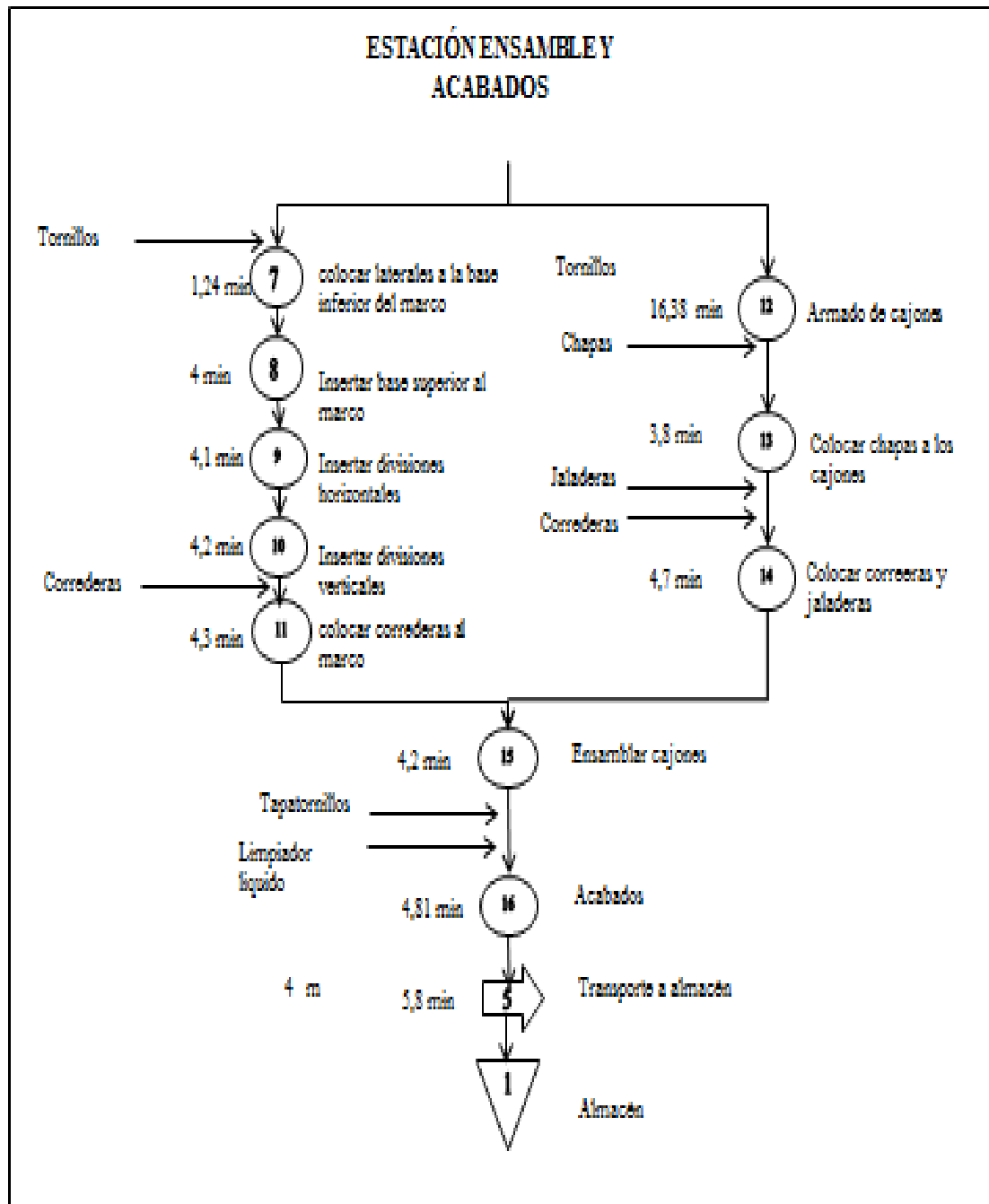


Figura 49. Estación 3- Etapa de Ensamble

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Finalmente se hallaron los nuevos indicadores de la línea de producción de armarios de oficina:

✓ **Cálculo del coeficiente de desequilibrio**

$$= \frac{100x((3 \times 29,86) - (28,1 + 26,74 + 29,86))}{3 * 29,86} = 5,4\%$$

El nuevo coeficiente de desequilibrio de la línea se redujo a 5,4 %, debido a que hay una diferencia mínima entre los tiempos de ciclo de las tres estaciones propuestas

✓ **Calculo de la eficiencia de la línea**

$$eficiencia\ de\ la\ linea = \frac{100x(28,1 + 26,74 + 29,86)}{3x29,86}$$

$$eficiencia\ de\ la\ linea = 94,6\%$$

La eficiencia de la línea con la nueva propuesta se elevó hasta 94,6%, la cual se asemeja a lo ideal que sería llegar al 100%.

✓ **Cálculo de tiempos ociosos**

El tiempo de flujo del proceso es 84,7 minutos, es decir que la primera unidad de escritorio es producida en ese tiempo, siendo la estación D la que marca el ritmo de producción con un tiempo de 29,86 minutos.

$$Tiempo\ ocioso = nxc - \sum t_i$$

$$Tiempo\ ocioso = 3x29,86 - 84,7 = 4,9\ minutos$$

El tiempo ocioso que se genera al producir dos unidades de escritorio es de 4,9 minutos.

Por ultimo, para representar graficamente el flujo continuo que se alcanzo, se realizo el diagrama OT (Figura N° 46) para tres unidades, donde se observa que la tercera unidad estaria lista en 144,1 minutos.

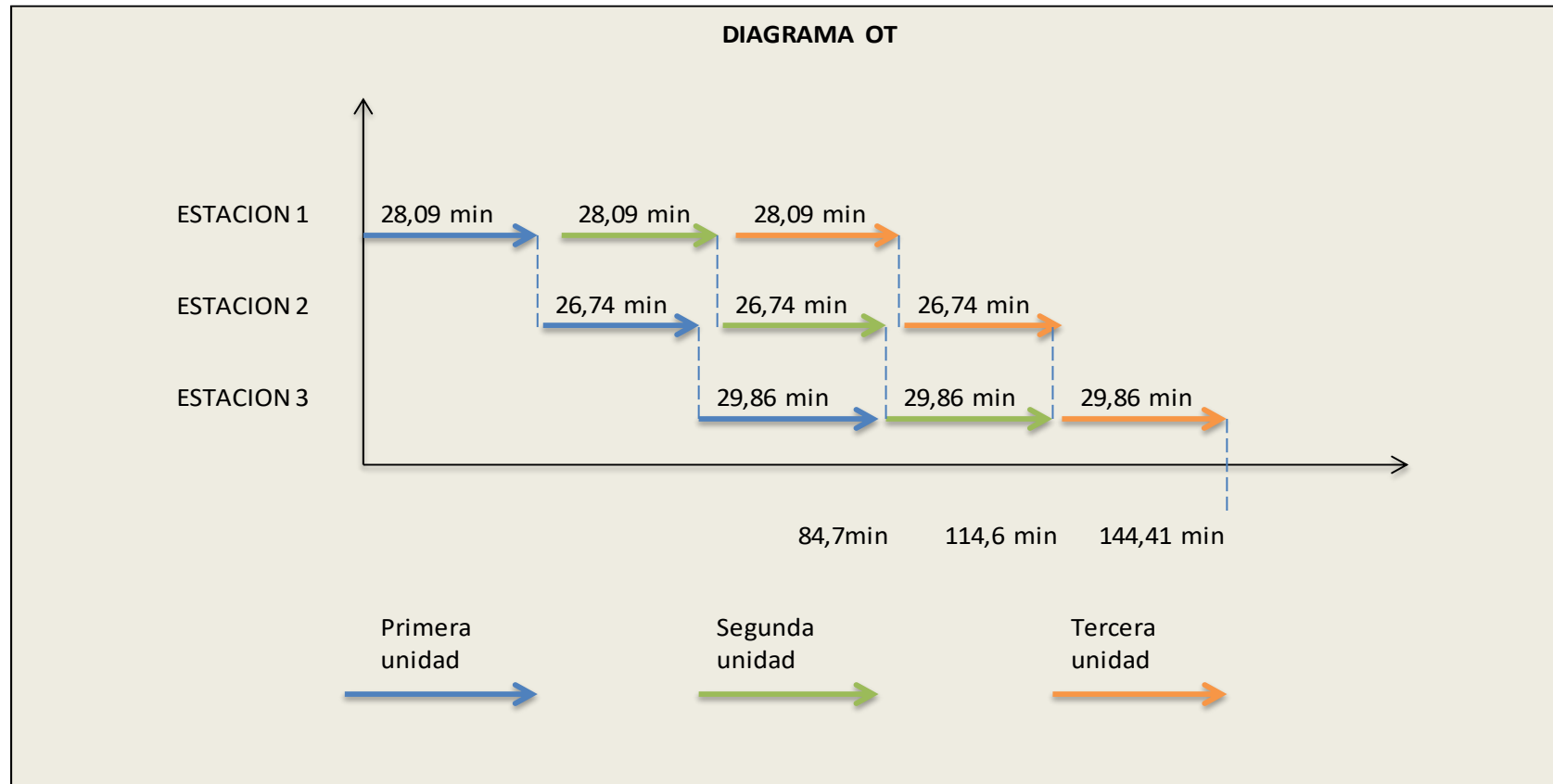


Figura 50. Diagrama OT Mejorado para la Producción de Armarios de Oficina

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

3.4.6. Implementación de un procedimiento operativo estándar para la elaboración de escritorios lineales de melanina y armarios de oficina

Se implementó un procedimiento operativo estándar, con la finalidad de normalizar los procedimientos, evitando de esta manera improvisaciones que puedan producir problemas o deficiencias en el proceso productivo.

Este documento cuenta con instrucciones que indican como debe desarrollarse la secuencia de actividades. En él se especifican las actividades a realizarse, así como los tiempos estándar por actividad.

Cabe mencionar que este procedimiento se tiene en cuenta las actividades después de haberse realizado todas las propuestas de mejora, es decir este es el procedimiento que deben seguir los operarios en adelante para la fabricación tanto de escritorios de melanina, como de armarios de oficina.

A continuación, en las figuras N°47 y N°48 se muestran estos procedimientos.

Tabla 55. Formato de Procedimiento Operativo

**PROCEDIMIENTO OPERATIVO PARA LA ELABORACION DE UN
ESCRITORIO LINEAL DE MELAMINA**

OBJETIVO

Realizar de manera óptima cada una de las etapas que conforman el proceso de elaboración de los escritorios de melamina y evitar variaciones en los tiempos de trabajo.

ALCANCE

Dirigido a los 5 operarios del área de producción en la línea de muebles de melamina de la empresa Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

RESPONSABLE

El responsable del seguimiento y de hacer cumplir con lo establecido en este procedimiento es el jefe de producción.

Proceso	Tiempo estándar
Selección de MP	0,37
Transporte al área de producción	1,38
Despiece o habilitado	5,9
Transporte a la cortadora	0,27
Preparar la cortadora	0,57
Cortado de la melamina	16,8
Transporte a la canteadora	0,6
Canteado de las piezas	20,35
Inspección de la pieza canteada	3,7
Transporte al área de ensamblado	0,6
Coloca las piezas en la mesa de ensamble	0,42
Armado laterales + plancha superior	1,75
Ensamblar contrafrente	1,12
Insertar división vertical	1,1
Colocar correderas	5
Armado de cajones	14,4
Coloca chapa a cajón principal	1,1
Colocar jaladeras y correderas a los cajones	4,6
Ensamblar cajones	5,4
acabados	4,9
Transporte a almacén	1,52

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Tabla 56. Formato de Procedimiento Operativo de un Armario de Oficina

PROCEDIMIENTO OPERATIVO PARA LA ELABORACION DE UN ARMARIO DE OFICINA	
OBJETIVO Realizar de manera óptima cada una de las etapas que conforman el proceso de elaboración de los armarios de oficina y evitar variaciones en los tiempos de trabajo.	
ALCANCE Dirigido a los 5 operarios del área de producción en la línea de muebles de melamina de la empresa Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.	
RESPONSABLE El responsable del seguimiento y de hacer cumplir con lo establecido en este procedimiento es el jefe de producción.	
Proceso	Tiempo estándar
Selección de MP	0,44
Transporte al area de produccion	2
Despiece o habilitado	6,7
Transporte a la cortadora	0,3
Preparar la cortadora	0,65
Cortado de la melamina	18
Transporte a la canteadora	0,7
Canteado de las piezas	21
Inspecciond ela pieza	3,2
Transporte al área de ensamblado	0,4
Coloca las piezas en la mesa de ensamble	0,44
Colocar laterales a la base inferior del marco	4,0
Insertar base superior al marco	1,24
Insertar divisiones horizontales	4,1
Insertar divisiones verticales	4,2
Colocar correderas al marco	4,3
Armado de cajones	16,38
Colocar chapas a los cajones	3,8
Colocar correderas y jaladeras	4,7
Ensamblado de cajones	4,2
acabados	4,81
Transporte a almacén	1,52

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

3.4.7. Propuesta final para el proceso de producción de escritorios de melanina y armarios de oficina

Se elaboraron los nuevos diagramas de análisis de proceso para la producción de escritorios de melanina y armarios

El nuevo método propuesto se adjunta en la figura N° 49 y 51, mediante un diagrama de análisis de proceso (DAP). Para lo cual se tomaron los menores tiempos, correspondientes al muestreo realizado para los escritorios y armarios; y que se muestra en las tabla N°4 y 5 respectivamente. Esto debido a que en esta empresa hay un operario en cada estación, es decir que no hay polivalencia.

Para esto se tomó como base las observaciones llevadas a cabo en el área de producción, durante el desarrollo de esta investigación.

En el caso de los escritorios de melanina se redujeron las actividades de 28 a 21, eliminándose 7. Se eliminaron 3 actividades de espera, debido a que se logró un flujo continuo con diferencias mínimas entre las estaciones, también se eliminaron 2 actividades de transporte para recoger accesorios ya que a partir de ahora al iniciar el proceso el operario sabrá de acuerdo con el pedido la cantidad de accesorios que necesitara para el ensamble.

Se eliminó una etapa de inspección de piezas cortadas ya que, al incluir un operario al cortado, este además de realizar la descarga de las piezas, se encargara de inspeccionar a la vez dichas piezas.

En cuanto a los nuevos tiempos de transporte, para hallarlos se realizó una regla de tres simple con las nuevas distancias propuestas en la redistribución.

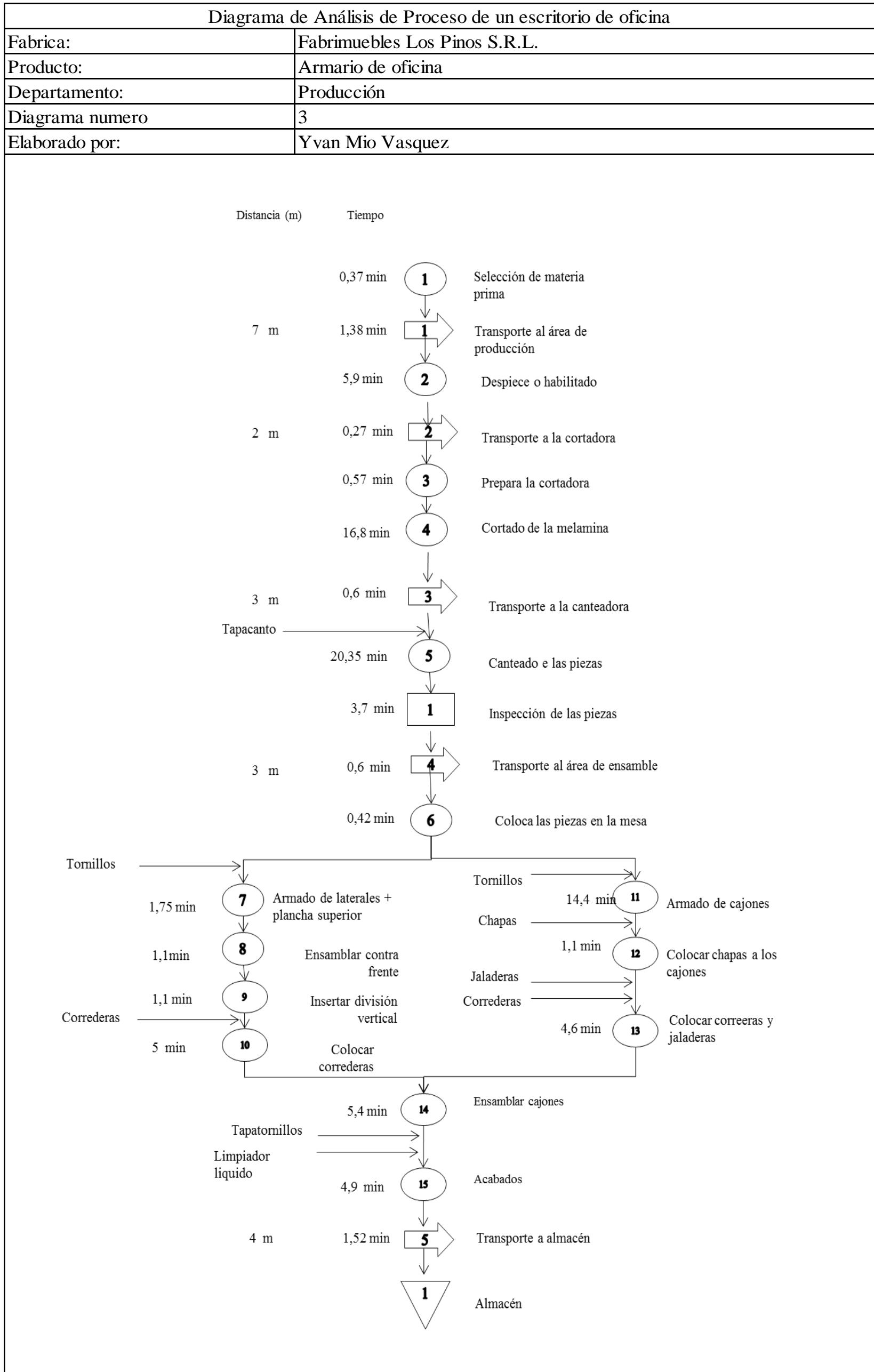


Figura 51. Diagrama de Análisis de Proceso propuesto para Escritorios Lineales de Melanina

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

- Resumen de actividades del escritorio lineal

Tabla 57. Resumen de actividades

Resumen de las actividades	
Operaciones	83,76
Inspecciones	3,7
Transporte	4,37
Demora	0
Tiempo total	91,83 minutos

$$\% \text{ tareas productivas} = \frac{83,76 + 3,7}{91,83} \times 100 = 95\%$$

$$\% \text{ tareas improductivas} = \frac{4,37}{91,83} \times 100 = 5\%$$

Las actividades improductivas representan el 5 % del total del tiempo empleado para la fabricación de un escritorio de melamina con 4,37 minutos, mientras que las actividades productivas el 95%, es decir 87,46 minutos.

CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO DE UN ESCRITORIO LINEAL DE MELAMINA									
Objeto del diagrama: Fabricación de un mueble			RESUMEN						
Inicio del diagrama: selección de la materia prima	Actividad	Cantidad	Tiempo (min.)	Total activ.	21				
	Operación	15	83,8	Total min.	91,9				
	Transporte	5	4,37	Distancia total	19 m.				
Término del diagrama: Almacenamiento del producto final	Inspección	1	3,7	FIRMA					
	Demora	0							
			-						
Elaborado por:	Yván José Mio Vasquez	Fecha:	05/2019						
Nº	Descripción	Actividad					Tiempo (minutos)	Distancia (m)	Observaciones
		○	⇒	□	D	▽			
1	Selección de MP	○					0,37		2 operarios
2	Transporte al area de produccion		⇒				1,38	7	
3	Despiece o habilitado	○					5,9		
4	Transporte a la cortadora		⇒				0,27	2	
5	Preparar la cortadora	○					0,57		
6	Cortado de la melamina	○					16,8		
7	Transporte a la canteadora		⇒				0,6	3	1 operario
8	Canteado de las piezas	○					20,35		
9	Inspecciond ela pieza			□			3,7		
10	Transporte al área de ensamblado		⇒				0,6	3	
11	Coloca las piezas en la mesa de ensamble	○					0,42		2 operarios
12	Armado laterales + plancha superior	○					1,75		
13	Ensamblar contrafrente	○					1,12		
14	Insertar división vertical	○					1,1		
15	Colocar correderas	○					5		
16	Armado de cajones	○					14,4		
17	Coloca chapa a cajón principal	○					1,1		
18	Colocar jaladeras y correderas a los cajones	○					4,6		
19	Ensamblar cajones	○					5,4		
20	acabados	○					4,9		
21	Transporte a almacén		⇒				1,52	4	
TOTAL							91,9	19	

Figura 52. Cursograma Analítico propuesto para los Escritorios Lineales de Melamina

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

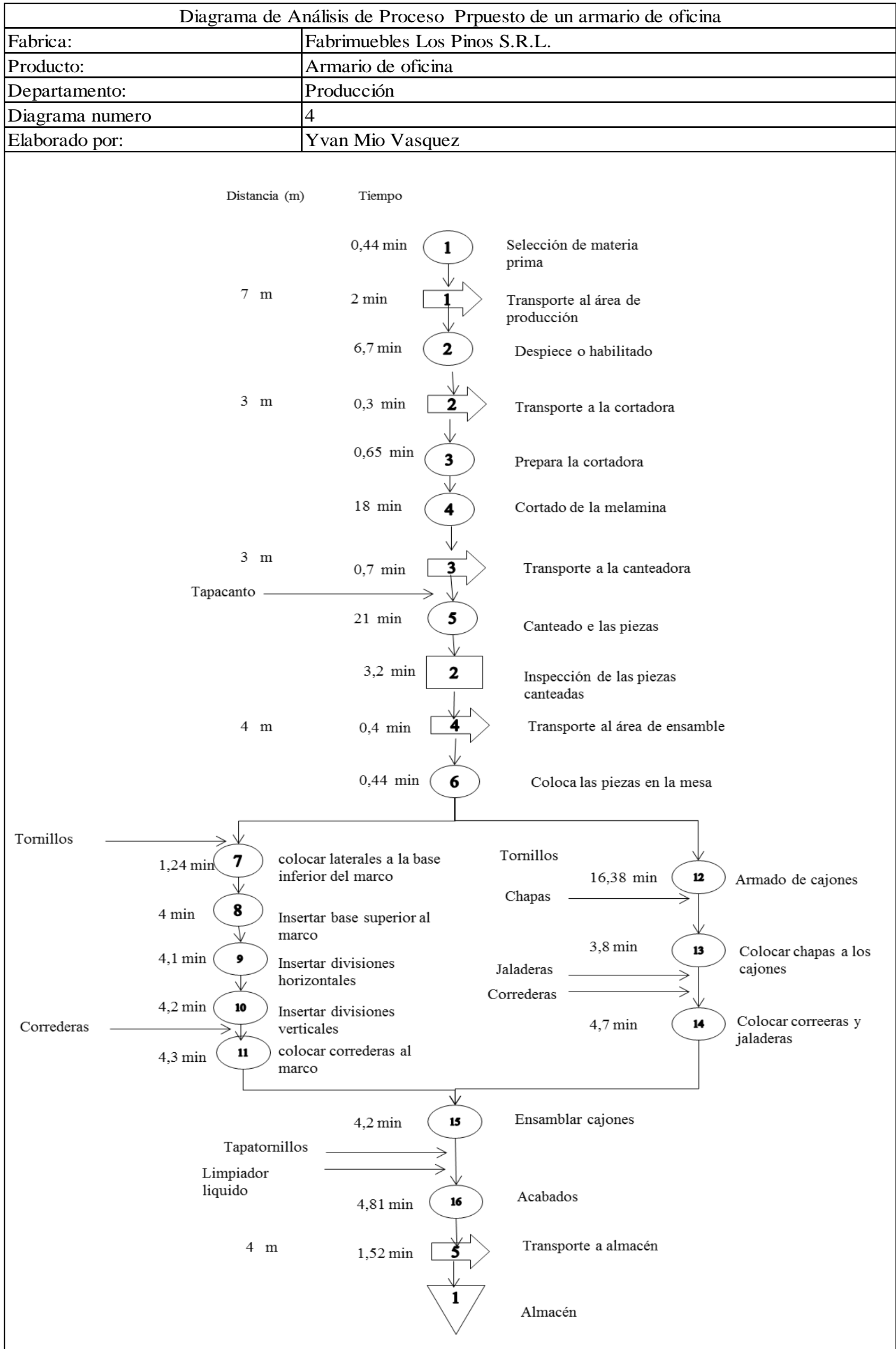


Figura 53. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP) propuesto para los armarios de oficina

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

- Resumen de actividades del escritorio lineal

Tabla 58. Resumen de actividades

Resumen de las actividades	
Operaciones	99
Inspecciones	3,2
Transporte	3,36
Demora	0
Tiempo total	105,52 minutos

Fuente. Elaboración propia

$$\% \text{ tareas productivas} = \frac{99 + 3,2}{105,52} \times 100 = 96\%$$

$$\% \text{ tareas improductivas} = \frac{3,36}{105,52} \times 100 = 4\%$$

Las actividades improductivas representan el 4 % del total del tiempo empleado para la fabricación de un escritorio de melamina con 3,36 minutos, mientras que las actividades productivas el 96%, es decir 99 minutos.

CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO DE UN ARMARIO DE OFICINA									
Objeto del diagrama: Fabricación de un mueble				RESUMEN					
Inicio del diagrama:selección de la materia prima	Actividad	Cantidad	Tiempo (min.)	Total activ.	22				
	Operación	16	99	Total min.	105,52				
	Transporte	5	3,36	Distancia total	19 m.				
Término del diagrama: Almacenamiento del producto final	Inspección	1	3,2	FIRMA					
	Demora								
	Almacén	-	-						
Elaborado por:	Yván José Mio Vasquez	Fecha:	05/2019						
N°	Descripción	Actividad					Tiempo (minutos)	Distancia (m)	Observaciones
		○	⇒	□	D	▽			
1	Selección de MP	○					0,44		2 operarios
2	Transporte al area de produccion		⇒				2	7	
3	Despiece o habilitado	○					6,7		
4	Transporte a la cortadora		⇒				0,3	3	
5	Preparar la cortadora	○					0,65		
6	Cortado de la melamina	○					18		
7	Transporte a la canteadora		⇒				0,7	3	1 operario
8	Canteado de las piezas	○					21		
9	Inspecciond ela pieza			□			3,2		
10	Transporte al área de ensamblado		⇒				0,4	4	
11	Coloca las piezas en la mesa de ensamble	○					0,44		2 operarios
12	Colocar laterales a la base inferior del marco	○					4,0		
13	Insertar base superior al marco	○					1,24		
14	Insertar divisiones horizontales	○					4,1		
15	Insertar divisiones verticales	○					4,2		
16	Colocar correderas al marco	○					4,3		
17	Armado de cajones	○					16,38		
18	Colocar chapas a los cajones	○					3,8		
19	Colocar correderas y jaladeras	○					4,7		
20	Ensamblado de cajones	○					4,2		
21	acabados	○					4,81		
22	Transporte a almacén		⇒				1,52	4	
TOTAL							105,52	19	

Figura 54. Cursograma analítico propuesto para los armarios de oficina

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

3.5. NUEVOS INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD

3.5.1. Producción:

Con el nuevo método propuesto en la página 57, la producción está marcada por el cuello de botella

$$produccion_{escritorios} = \frac{1 \text{ escritorio lineal}}{26,23 \text{ minutos}} = 0,038 \text{ escritorios/minuto}$$

$$produccion_{armarios} = \frac{1 \text{ armario}}{29,86 \text{ minutos}} = 0,034 \text{ armarios/minuto}$$

3.5.2. Eficiencia económica

- **Escritorios de melanina**

Con el precio de venta del escritorio lineal y los costos involucrados en su fabricación se halla la eficiencia económica

$$0,44 \frac{\text{horas}}{\text{escritorio}} \times \left(\frac{5,12 \text{ soles}}{\text{hora} - \text{operario}} \times \frac{5 \text{ operarios}}{\text{escritorio}} \right)$$

Obteniendo de esta manera una eficiencia económica de 1,55 lo que significa que, por cada sol invertido en un escritorio, la empresa está ganando 0.55 soles, dando a entender la importancia de la contribución de este producto en la rentabilidad de la empresa.

$$eficiencia \text{ economica} = \frac{450}{205 + 75 + 11,264} = 1.55$$

- **Armarios de oficina**

Con el precio de venta del escritorio lineal y los costos involucrados en su fabricación se halla la eficiencia económica

$$0,5 \frac{\text{horas}}{\text{escritorio}} \times \left(\frac{5,2 \text{ soles}}{\text{hora} - \text{operario}} \times \frac{5 \text{ operarios}}{\text{escritorio}} \right)$$

De esta manera se obtuvo una eficiencia económica de 1,57 lo que significa que, por cada sol invertido en un armario, la empresa está ganando 0.57 soles.

$$eficiencia\ economica = \frac{600}{290 + 80 + 13} = 1,57$$

3.5.3. Productividad de mano de obra

$$productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{1\ unidad}{0,44 \times 5\ operarios}$$

$$= 0,45\ unidades / horas - hombre$$

La productividad de mano de obra para los escritorios de melamina es de 0,45 unidades/horas- hombre

$$productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{1\ unidad}{0,5 \times 5\ operarios}$$

$$= 0,4\ unidades / horas - hombre$$

La productividad de mano de obra para los escritorios de melamina es de 0,4 unidades/horas- hombre

3.5.4. Cuello de botella

El cuello de botella del proceso sigue siendo la etapa de ensamble, la cual ahora tiene un tiempo estándar de 26,23 minutos para los escritorios de melamina y 29,86 para los armarios de oficina, como se observa en los diagramas OT propuestos en las figuras N°45 y N° 46.

3.5.5. Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo del proceso está marcado por el cuello de botella, es decir 26,23 y 29,86 minutos para los escritorios de melamina y los armarios de oficina respectivamente

3.5.6. Lead time (tiempo de entrega)

Mediante la disposición en flujo del proceso de producción se logro reducir el lead time con respecto al inicial, este indicador se calcula de la siguiente manera:

$$lead\ time_{escritorios} = (25.3 + 25.7 + 26.23)min$$

$$\mathbf{lead\ time}_{escritorios} = 77.23\ min$$

$$\mathbf{lead\ time}_{armarios} = (28.09 + 26.74 + 29.86)min$$

$$\mathbf{lead\ time}_{escritorios} = 84.69\ min$$

Se alcanzó a reducir el 38.2% en escritorios de melamina, mientras que en armarios se redujo el 34.8%.

3.5.7. Índice de cumplimiento

Mediante las propuestas realizadas en el desarrollo de la tesis, se lograron reducir los tiempos de proceso tanto del cuello de botella, así como las distintas etapas. De este modo se consiguió un flujo continuo, con una reducción considerable de tiempos muertos. Es por ello que, se consiguió mejorar el índice de cumplimiento en la planta aumentando así este indicador, para ello, se tomaron en cuenta los pronósticos realizados para el análisis costo beneficio (tablas 61 y 62).

Para calcular el índice de cumplimiento se tomó en cuenta el mes de mayor demanda de escritorios y armarios, siendo el mes de marzo. Para satisfacer esta demanda se requieren 2296 minutos (38.36 horas), lo cual es equivalente a una semana de labores, es decir el 25% de la capacidad en ese periodo.

- Tiempo requerido para una demanda de 30 escritorios

$$\mathbf{lead\ time}_{escritorios} = (25.3 + 25.7 + 26.23 \times 30)min$$

$$\mathbf{lead\ time}_{escritorios} = 837.9\ min$$

- Tiempo requerido para una demanda de 47 armarios

$$\mathbf{lead\ time}_{armarios} = (28.09 + 26.74 + 29.86 \times 47)min$$

$$\mathbf{lead\ time}_{escritorios} = 1458.25\ min$$

A continuación, se calcula el índice de cumplimiento de esta demanda, obteniéndose así un indicador del 100% en estos dos productos.

$$\mathbf{indice\ de\ cumplimiento} = \frac{\mathbf{pedidos\ atendidos\ a\ tiempo}}{\mathbf{total\ de\ pedidos}}$$

$$\textit{indice de cumplimiento} = \frac{77 \textit{ unidades}}{77 \textit{ unidades}} \times 100$$

$$\textit{indice de cumplimiento} = 100\%$$

Además, según la tabla N° 2 ambos productos cuentan con una participación de 64% en ventas y 56% en cuanto a unidades demandadas. Por tanto, los productos faltantes de la variedad que ofrece la empresa se pueden atender en el 75% de tiempo restante en este periodo, debido a que la producción de escritorios y armarios solo demandan el 25% de la capacidad. De esta manera se está cumpliendo al 100% con los pedidos y satisfaciendo así a los clientes.

3.6. COMPARACIÓN DE INDICADORES

Tabla 59. Resumen de Indicadores de Escritorios Lineales Antes y Después de la Propuesta

Indicadores	Antes de la propuesta	Después de la propuesta	% de mejora
Producción	0,024 escritorios / minuto	0,038 <i>escritorios/minuto</i>	58,3%
Productividad de mano de obra	0,292 <i>unidades / horas – hombre</i>	0,47 <i>unidades / horas – hombre</i>	61%
Eficiencia económica	1,51	1,55	2,7%
Tiempo de ciclo	41 minutos/unidad	26,23 minutos/escritorio	36%
Cuello de botella	41 minutos/escritorio	26,23 minutos/escritorio	36%
% de actividades productivas (escritorios)	72 %	95%	23%
% de actividades improductivas (escritorios)	28 %	5%	23%
% utilización de la maquina	53%	76,5%	23,5 %
Índice de desequilibrio línea de escritorios	41,9%	1,9%	40 %
Eficiencia línea de escritorios	58 %	98,1%	40 %
Tiempo ocioso escritorios	75 minutos	1,49 minutos	98%
Distancia recorrida	53	19	64,1%
Indice de Cumplimiento	31.5%	100%	68.5%

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Tabla 60. Resumen de indicadores de armarios antes y después de la propuesta

Indicadores	Antes de la propuesta	Después de la propuesta	% de mejora
Producción	0,022 escritorios / minuto	0,034 escritorios/minuto	54,5%
Productividad de mano de obra	0,271 unidades / horas – hombre	0,4 unidades / horas – hombre	47,6%
Eficiencia económica	1,54	1,57	19,5%
Tiempo de ciclo	44,3 minutos/escritorio	29,86 minutos/escritorio	32,6%
Cuello de botella	44,3 minutos/escritorio	29,86 minutos/escritorio	32,6%
% de actividades productivas	73,3 %	96%	22,7%
% de actividades improductivas	26,7 %	4%	22,7%
% utilización de la maquina	54,8%	82,5%	27,7 %
Índice de desequilibrio de la línea	39,5%	5,4%	34,1%
Eficiencia de la línea	59,6 %	94,6%	34,1%
Tiempo ocioso	79 minutos	4,9 minutos	94,8%
Distancia recorrida	53	19	64,1%
Indice de cumplimiento	48.5%	100%	51.5%

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

- En la tabla N° 56 se muestran los indicadores mejorados, en el caso de producción se alcanzó un incremento de 58%., en el caso de la productividad se logró aumentar en 61 %, además el tiempo de ciclo se elevó en 36%
- Por otra parte se alcanzó tener un flujo continuo (Diagrama OT- figura 45) que se podría decir que es la mejora más importante puesto que los tiempos ociosos se redujeron de 75 a 2 minutos aproximadamente, con una eficiencia en la línea de 98%.
- Con la propuesta de estandarización se redujeron los tiempos en las actividades de cada estación, además de eliminar tres actividades. Con la redistribución se redujeron tiempos de transporte y distancias recorridas.
- También se redujeron las actividades improductivas, siendo estas solo de 5% en escritorios
- Con el diagrama Hombre Maquina se eliminó la inspección en la etapa de cortado, al incluir un operario a ésta. Además, al unir las estaciones de trazado y corte en el balance de línea, no hubo necesidad de contratar un operario, sino el mismo operario de trazado apoyara en la etapa de corte y viceversa.

Las mismas mejoras se alcanzaron en la línea de armarios de oficina (tabla N°57).

3.7. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Lograr el aumento de los pedidos atendidos en el plazo acordado en este proyecto de investigación es muy importante para los beneficios económicos de la empresa, debido que se generarían más ganancias.

A continuación, se describe los costos y beneficios que incurrirá la implementación de la propuesta, a su vez de detalla el beneficio monetario que generaría dicha propuesta.

3.3.1. Pronósticos de la demanda

El tipo de pronóstico que se utilizó para elaborar la proyección de la demanda es variación estacional, estacionaria o cíclica con tendencia, debido a que este método permite determinar las fluctuaciones periódicas de la demanda y además porque permite un comportamiento cíclico de la demanda y a su vez con tendencia tal como es presenta la demanda de la empresa. Para estimar la demanda en los próximos 5 años, se utilizó las siguientes formulas:

$$I = \frac{\bar{X}_i}{\bar{X}_g}$$

Dónde:

I= Índice o factor de estacionalidad.

\bar{X}_i = Media o promedio de las ventas del periodo i.

\bar{X}_g = Media o promedio general de las ventas

Luego de calcular el índice o factor de estacionalidad, se procede a determinar la demanda desestacionalizada que será la información de entrada para analizar la tendencia, para ello utilizaremos regresión lineal.

$$a = \bar{X} - b\bar{t}$$

$$b = \frac{n \sum X_i t_i - \sum X_i \sum t_i}{n \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}$$

Tabla 61. Ventas año 2018

Año	Mes	Demanda escritorios	Demanda armarios
2018	Febrero	41	29
	Marzo	45	34
	Abril	46	31
	Mayo	43	31
	Junio	42	32
	Julio	48	31
	Agosto	45	29
	Septiembre	46	30
	Octubre	43	27
	Noviembre	44	30

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

Tabla 62. Proyección de demanda 2020

Año	Mes	Demanda armarios	Demanda escritorios
2020	Febrero	43	26
	Marzo	47	30
	Abril	48	26
	Mayo	45	26
	Junio	45	26
	Julio	51	24
	Agosto	48	22
	Septiembre	50	22
	Octubre	47	19
	Noviembre	48	21

3.3.2. Costos Operativos del proyecto

a. Insumos:

Es el costo que serán necesarios para lleva a cabo la capacitación del personal de modo que se pueda aplicar las propuestas planteadas en esta investigación.

b. Horas extras:

Se harán uso de horas extras para llevar a cabo la redistribución de las máquinas y equipos con el fin de cumplir con el esquema propuesto. Se emplearán 3 horas extras con un costo

de 25% adicional en las primeras dos horas y 35% adicional en la tercera hora. Se contará con el apoyo de los 5 operarios de la línea de muebles de melamina.

Tabla 63. Costos Operativos del proyecto

Tangible		
2 mesas de trabajo	S/.	250,00
Materiales para capacitación	S/.	540,00
Total	S/.	790,00
Intangible		
Contratos personal para capacitación	S/.	12 500,00
Viáticos de los capacitadores	S/.	3 000,00
Horas extras (redistribución)	S/.	200,00
TOTAL	S/.	15 700,00
Imprevistos (7%)	S/.	1 099,00
Total, inversión	S/.	17 589,00

3.3.3. Inversión de la propuesta

Se estimó un total de 1000 nuevos soles para la propuesta en inversión. Estos gastos corresponden a la redistribución, para lo cual se hará una modificación del sistema eléctrico (cableado) para la nueva ubicación de los tomacorrientes para la alimentación de la maquinaria, con el fin de evitar posibles accidentes, por el uso de extensiones.

3.3.4. Flujo de caja

A continuación, se presenta el flujo de caja, donde se aprecia la relación costo-beneficio de la propuesta durante un periodo de 5 años. En esta se detalla los ingresos y egresos de la empresa, y a su vez se aprecia que existe un saldo positivo en los cinco años. Estos ingresos son el producto de la reducción de tiempo y la eliminación de los paros de la producción dando como finalidad la atención de los pedidos.

El cálculo de los costos de producción de ambos productos se presenta en el anexo 3.

Tabla 64. Flujo de Caja de la Propuesta

Meses	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10
Ingresos		S/ 5 042	S/ 5 042	S/ 5 042	S/ 5 042	S/ 5 042	S/ 5 042	S/ 5 042	S/ 5 042	S/ 5 042	S/ 5 042
Disminución de pérdidas		S/ 2 127,7	S/ 2 127,7	S/ 2 127,7	S/ 2 127,7	S/ 2 127,7	S/ 2 127,7	S/ 2 127,7	S/ 2 127,7	S/ 2 127,7	S/ 2 127,7
Aprovechamiento de mano de obra		S/ 2 715,0	S/ 2 715,0	S/ 2 715,0	S/ 2 715,0	S/ 2 715,0	S/ 2 715,0	S/ 2 715,0	S/ 2 715,0	S/ 2 715,0	S/ 2 715,0
Aprovechamiento de maquina (Energía)		S/ 199,6	S/ 199,6	S/ 199,6	S/ 199,6	S/ 199,6	S/ 199,6	S/ 199,6	S/ 199,6	S/ 199,6	S/ 199,6
Egresos	S/ 1 000	S/ 17 589,0									
Costos Operativos		S/ 17 589,0	S/ -	S/ -		S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Inversión	S/ 1 000										
utilidades	S/ -1 000	S/ -12 546,7	S/ 5 042,3	S/ 5 042,3	S/5 042,3	S/5 042,3	S/ 5 042,3	S/ 5 042,3	S/ 5 042,3	S/ 5 042,3	S/ 5 042,3
saldo		S/ -13 546,7	S/ -8 504,5	S/-3 462,2	S/1 580,0	S/6 622,3	S/11 664,5	S/ 16 706,8	S/21 749,1	S/26 791,3	S/31 833,6

3.8. RELACIÓN BENEFICIO- COSTO

Finalmente, en el flujo de caja se especifica los ingresos y egresos de dinero durante los doce meses proyectados de la empresa bajo condiciones de la propuesta de mejora. Y como resultado se tiene que por cada sol invertido se obtiene 1,7 céntimos.

$$\frac{B}{C} = \frac{S/. 50\ 422,6}{S/. 18\ 589} = 2,7$$

Periodo de recuperación

Además, es necesario también conocer que el tiempo en el que se recuperará el dinero invertido es en 4 meses aproximadamente, los siguientes meses serán ganancias para la empresa.

$$\text{Período de recuperación} = 3 + \frac{S/. 3\ 928,58}{S/. 15\ 335,53} = 3,68 \text{ meses}$$

TIR	34%
VNA	S/ 15,322.08

Se realizó el análisis de costo beneficio. del cual se obtuvo un VAN positivo, lo que quiere decir que el proyecto es viable y un TIR de 34 % en donde se ve que es mayor que cero, se concluye que el proyecto analizado devuelve el capital invertido.

3.9. PLANES DE ACCION PARA LA MEJORA

Tabla 65. Planes de Acción para la Mejora

OBJETIVO DE MEJORAMIENTO:																			
ACTIVIDAD	RESPON-SABLE	CRONOGRAMA 2019												RECURSOS			PRES U-PTO.	Resultado (entregable)	
		A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	MAT	HUM	EQU			
1.Redistribucion de planta	Jefe de planta														Cronómetros, cámaras de video, formatos,	-	PC	S/. 200,00	Reducción de cruces y tiempos de transporte
2.Capacitaciones	Jefe de planta														Formatos	-	PC	S/. 17 480	Entregable: Plan de capacitación al personal
2.Estandarización del proceso	Jefe de planta														Formatos	-	PC	-	Hojas de instrucción Reducción de tiempos
3. Balance de líneas	Jefe de planta														Formatos	-	PC	-	Hojas de instrucción

Fuente: Fabrimuebles Los Pinos S.R.L.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Al realizarse el diagnóstico del proceso productivo de la empresa Fabrimuebles Los Pinos S.R.L. se identificó que el principal problema son los retrasos en la entrega de pedidos, pues actualmente la empresa tiene un índice de cumplimiento de pedidos de 32% referente a escritorios lineales y 49% en armarios de oficina. Esto debido a que el proceso productivo no se encuentra estandarizado, lo que se veía reflejado en la variación de la productividad de mano de obra. Por otro lado, se encontró que la eficiencia de la línea de producción de escritorios y armarios era de 58% y 59,6%, por tanto, ambas líneas tenían un índice de desequilibrio muy alto. El cuello de botella en ambos productos es el ensamble y acabados. Así mismo, los cruces en la realización de actividades son una causa diagnosticada.
- En el segundo objetivo se planteó como propuesta de mejora la estandarización de los tiempos de producción de escritorios de melanina y armarios de oficina, eliminándose así algunas actividades, principalmente las improductivas. Se realizó una redistribución de planta, con lo cual se eliminaron cruces y distancias de recorrido, reduciendo el 64,1% de dicha distancia, y con esto también tiempos de transporte. En la etapa de cortado se planteó la inclusión de un operario, eliminándose de esta manera una actividad de inspección. Finalmente se consiguió un flujo continuo, mediante el balance de líneas, eliminándose las esperas y reduciéndose el número de estaciones. En general se redujo en 23% las actividades de ambas líneas y el tiempo de ciclo en escritorio en un 36% y en armarios un 32,6%. La eficiencia de la línea aplicando las mejoras es de 98.1% y 94.6%, para escritorios y armarios respectivamente.
- Así mismo, como resultado, los tiempos de entrega se redujeron en 38.2% y 34.8% para escritorios y armarios, respectivamente. De esta manera el nuevo índice de cumplimiento fue de 100% en ambos productos, al conseguirse reducir los tiempos en el proceso. En consecuencia, la demanda de dichos productos es cubierta al 100%, empleando el 25% de la capacidad, contando ahora con una mayor posibilidad de respuesta ante un posible incremento en la demanda.

- Finalmente se realizó un pronóstico de la demanda de escritorios y armarios para los meses de febrero a noviembre del 2020. Se concluye que el análisis costo-beneficio de la propuesta es factible puesto que presenta una relación de s/. 2,7, es decir que por cada sol invertido esta tendría una ganancia de 1,7 soles, siendo esta el promedio del primer año, y un periodo de recuperación de 4 meses.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda, realizar una investigación sobre planificación y control de la producción, con la finalidad de evitar paros durante el proceso productivo por falta de materia prima o algún otro insumo. Esto permitiría prever que los materiales se reciban a tiempo y en la cantidad correcta que se necesitan para llevar a cabo la producción.
- Por último, se debe realizar una investigación, con el fin de implementar un mantenimiento preventivo a la maquinaria, puesto que solo cuentan con una en cada etapa del proceso, debido a ello, se podría ver afectada considerablemente la producción ante una posible falla. Esto es necesario, ya que se podrían evitar o mitigar las consecuencias de los fallos en los equipos, logrando prevenir las incidencias antes que sucedan.

V. Referencias bibliográficas

- [1] Sillero, Juan, Iglesias L. y Leal. L., “Incremento del indicador Entregas a Tiempo en una Empresa Metal Mecánica”. 12th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology pp. 1-7, Julio 2014
- [2] M. Míkva, V. Prajová, B. Yakimovich, A. Korshunov e I. Tyurin, “Estandarización: una de las herramientas de la mejora continua”, *Procedia Engineering*, pp. 329 – 332, junio 2016.
- [3] Figueredo F., “Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto”, *ingeniería industrial: actualidad y nuevas tendencias Vol. IV*, N° 15, pp. 7-24, diciembre 2015.
- [4] N. Marmolejo et al, “Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones”, *Ingeniería Industrial*. vol.37 N°1, pp 24-35, abril. 2016
- [5] D. Modi y H. Thakkar, “Lean thinking: reduction of waste, lead time, cost through lean manufacturing tools and technique”, pp 339-334. Marzo- 2014
- [6] Pascual, Juan. 2013. *Mecanizado de madera y derivados: certificado de profesionalidad- trabajos de carpintería y mueble*. España: IC editorial
- [7] Niebel, Benjamin y Freivald, Andris. 2014. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Mc Graw Hill education
- [8] M González, 2010. *Gestión de la producción: Como planificar y controlar la producción industrial*. Colombia: Ideas propias
- [9] López, Javier, y Pérez, Álvaro. 2012. *Métodos de trabajo: hacia la competitividad*. Colombia: Fondo editorial politécnico. Colombia: Printed in Colombia.
- [10] Caso, Alfredo. 2006. *Técnicas de medición del trabajo*. España: FC editorial
- [11] Madariaga, francisco. 2013. *Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. España: Bubok Publishing S.L.
- [12] Quesada, María, y Sergio Fernández. 2014. *Entorno lean en la gestión de la producción y operaciones: un enfoque práctico*. Colombia: Fondo editorial politécnico.
- [13] Diaz, Bertha; Jarufe, Benjamin y María Noriega. 2013. *Disposición de planta*. Perú: Fondo editorial.
- [14] Rojas, Carlos. 1996. *Diseño y control de la producción*. Perú: Editorial Libertad E.I.R.L..

ANEXOS

**Anexo 1. MUESTRAS PRELIMINARES PARA ESCRITORIOS LINEALES DE
MELAMINA Y ARMARIOS DE OFICINA**

ACTIVIDAD	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Selección de MP	20	24	22	25
Transporte al área de producción	68	75	70	65
 Despiece o habilitado	410	430	435	432
 Transporte a la cortadora	30	35	32	38
 Preparar la cortadora	40	70	65	60
 Cortado de la melamina	1210	1304	1322	1280
 Inspección de la pieza cortada	95	90	80	100
 Transporte a la canteadora	60	85	82	85
 Canteado de las piezas	1140	1285	1000	1190
 Inspección de la pieza	223	250	260	256
 Espera de las piezas	740	520	780	710
Transporte al área de ensamblado	50	30	40	60
 coloca las piezas en la mesa de ensamble	20	25	20	24
 Ir al almacén	60	70	40	68
 Seleccionar accesorios	65	50	40	45
 Llevar accesorios a ensamble	80	85	50	88
 Armado laterales + plancha superior	95	105	115	102
 Ensamblar contrafrente	50	65	70	60
 Insertar división vertical	58	68	71	62
 colocar correderas	240	270	300	250
 Armado de cajones	925	960	920	1000
 Coloca chapas a cajones	80	85	75	88
 Colocar jaladeras y correderas a los cajones	310	325	300	365
 Ensamblar cajones	303	280	280	299
 acabados	250	254	350	260
 Transporte a almacén	260	350	350	340

ACTIVIDAD	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Selección de la MP	23	28	25	29
transporte al área de producción	78	86	81	75
Despiece o habilitado	472	495	500	497
Transporte a la cortadora	35	40	37	44
Preparar la cortadora	46	81	75	69
Cortado de la melamina	1392	1500	1520	1472
Inspección de la pieza cortada	109	104	92	115
Transporte a la canteadora	69	98	94	98
Canteado de las piezas	1311	1478	1150	1369
Inspección de la pieza	256	288	299	294
Espera de las piezas	851	598	897	817
Transporte al área de ensamblado	58	35	46	69
coloca las piezas en la mesa de ensamble	23	29	23	28
Ir al almacén	69	81	69	78
Seleccionar accesorios	120	105	110	115
Llevar accesorios a ensamble	92	98	92	101
colocar laterales a la base inferior del marco	238	230	240	254
Insertar base superior al marco	70	78	82	71
Insertar divisiones horizontales	238	230	240	254
Insertar divisiones verticales	245	270	280	270
colocar correderas al marco	240	280	270	260
Armado cajones	1071	1112	1065	1158
Colocar chapas a cajones	230	260	235	270
Colocar correderas y jaladeras	310	325	300	365
ensamblar cajones	303	280	280	299
acabados	250	254	350	260
transporte a almacén	340	350	350	340

Anexo 2. PEDIDOS DE ESCRITORIOS LINEALES Y ARMARIOS DE OFICINA EN EL PRÍODO DE FEBRERO- NOVIEMBRE DE 2018

MES	CANTIDAD	TIPO	fecha de entrega acordada	fecha de entrega real	días de retraso	penalidad	ingresos sin penalidad
FEBRERO	12	escritorios	03-02-2018	06-02-2018	3	303	4800
	5	escritorios	05-02-2018	08-01-2018	3	288	2000
	3	armarios	06-02-2018	06-02-2018	0	0	1680
	7	armarios	09-02-2018	11-02-2018	2	292	3920
	4	escritorios	12-02-2018	12-02-2018	0	0	1600
	8	escritorios	14-02-2018	16-02-2018	2	501	3200
	6	armarios	18-02-2018	18-02-2018	0	0	3360
	6	armarios	20-02-2018	23-02-2018	3	235	3360
	7	escritorios	24-02-2018	24-02-2018	0	0	2800
	7	armarios	27-02-2018	30-02-2018	3	335	3920
5	escritorios	28-02-2018	01-03-2018	3	204	2000	
MARZO	8	escritorios	01-03-2018	04-03-2018	3	247	3200
	7	armarios	02-03-2018	05-03-2018	3	221	3500
	4	escritorios	07-03-2018	07-03-2018	0	0	1600
	12	armarios	10-03-2018	13-03-2018	3	320	6000
	7	armarios	15-03-2018	17-03-2018	2	188	3500
	9	escritorios	17-03-2018	17-03-2018	0	0	3600
	12	escritorios	21-03-2018	25-03-2018	4	449	4800
	14	escritorios	24-03-2018	27-03-2018	3	438	5600
5	armarios	29-03-2018	29-03-2018	0	149	2500	

	3	armarios	29-03-2018	29-03-2018	0	150	1500
	4	escritorios	04-04-2018	06-04-2018	2	150	1600
	2	armarios	05-04-2018	05-04-2018	0	0	1100
	4	escritorios	05-04-2018	05-04-2018	0	0	1600
	13	escritorios	08-04-2018	12-04-2018	4	334	5200
	3	armarios	09-04-2018	12-04-2018	2	230	1650
ABRIL	14	escritorios	13-04-2018	16-04-2018	3	470	5600
	9	escritorios	16-04-2018	18-04-2018	2	209	3600
	5	armarios	19-04-2018	19-04-2018	0	0	2750
	5	armarios	23-04-2018	25-04-2018	2	206	2750
	10	armarios	25-04-2018	29-04-2018	4	273	5500
	4	escritorios	28-04-2018	28-04-2018	0	0	1600
	8	armarios	30-04-2018	02-05-2018	2	280	4400
	5	escritorios	03-05-2018	05-05-2018	2	204	2000
	10	escritorios	04-05-2018	08-05-2018	4	311	4000
	8	escritorios	07-05-2018	09-05-2018	2	246	3200
	4	armarios	09-05-2018	09-05-2018	0	0	2240
	4	armarios	09-05-2018	09-05-2018	0	0	2240
MAYO	6	escritorios	12-05-2018	12-05-2018	0	0	2400
	7	armarios	14-05-2018	15-05-2018	1	256	3920
	6	armarios	18-05-2018	20-05-2018	2	220	3360
	4	armarios	19-05-2018	19-05-2018	0	0	2240
	14	escritorios	26-05-2018	29-05-2018	3	441	5600
	6	armarios	28-05-2018	31-05-2018	3	230	3360
Junio	8	escritorios	04-06-2018	08-06-2018	4	317	3200

	6	armarios	06-06-2018	06-06-2018	0	0	3360
	10	escritorios	07-06-2018	10-06-2018	3	279	4000
	8	armarios	08-06-2018	12-06-2018	4	683	4480
	7	escritorios	13-06-2018	15-06-2018	2	391	2800
	5	armarios	17-06-2018	17-06-2018	0	0	2800
	9	escritorios	18-06-2018	22-06-2018	4	346	3600
	7	armarios	21-06-2018	24-06-2018	3	219	3920
	9	escritorios	24-06-2018	24-06-2018	0	0	3600
	6	armarios	25-06-2018	28-06-2018	3	186	3360
	8	escritorios	30-06-2018	30-07-2018	0	0	3200
	5	escritorios	02-07-2018	04-07-2018	2	140	2000
	4	armarios	04-07-2018	04-07-2018	0	0	2240
	9	escritorios	05-07-2018	08-07-2018	3	246	3600
	6	armarios	09-07-2018	09-07-2018	0	0	3360
	10	escritorios	11-07-2018	15-07-2018	4	418	4000
	5	armarios	14-07-2018	14-07-2018	0	0	2800
Julio	8	escritorios	15-07-2018	18-07-2018	3	251	3200
	6	escritorios	18-07-2018	20-07-2018	2	480	2400
	5	armarios	21-07-2018	21-07-2018	0	0	2800
	6	armarios	22-07-2018	25-07-2018	3	372	3360
	10	escritorios	25-07-2018	28-07-2018	3	470	4000
	5	armarios	28-07-2018	28-07-2018	0	0	2800
	9	escritorios	01-08-2018	04-04-2018	3	247	3600
AGOSTO	7	armarios	02-08-2018	05-04-2018	3	331	3920
	8	escritorios	07-08-2018	07-04-2018	0	0	3200

	3	armarios	10-08-2018	13-04-2018	3	268	1680
	4	escritorios	15-08-2018	15-04-2018	0	0	1600
	9	escritorios	17-08-2018	20-04-2018	3	282	3600
	12	escritorios	21-08-2018	21-04-2018	0	0	4800
	14	armarios	24-08-2018	27-04-2018	3	438	7840
	5	escritorios	26-08-2018	30-04-2018	4	320	2000
	5	escritorios	29-08-2018	29-04-2018	0	0	2000
	2	armarios	29-08-2018	29-04-2018	0	0	1120
	4	armarios	04-09-2018	06-09-2018	2	296	2240
	4	armarios	05-09-2018	07-09-2018	2	440	2240
	7	escritorios	05-09-2018	05-09-2018	0	0	2800
	3	armarios	09-09-2018	09-09-2018	0	0	1680
	15	escritorios	13-09-2018	16-09-2018	3	470	6000
SETIEMBRE	5	armarios	19-09-2018	22-09-2018	3	349	2800
	7	escritorios	23-09-2018	25-09-2018	2	438	2800
	9	escritorios	25-09-2018	25-09-2018	0	0	3600
	7	armarios	25-09-2018	28-09-2018	3	273	3920
	7	armarios	28-09-2018	28-09-2018	0	0	3920
	8	escritorios	30-09-2018	02-10-2018	2	167	3200
	5	escritorios	03-10-2018	05-10-2018	2	313	2000
	7	armarios	04-10-2018	08-10-2018	3	311	3920
OCTUBRE	13	escritorios	07-10-2018	07-10-2018	0	0	5200
	5	armarios	09-10-2018	09-10-2018	0	0	2800
	4	escritorios	09-10-2018	12-10-2018	3	332	1600
	10	escritorios	12-10-2018	14-10-2018	2	313	4000

	7	armarios	14-10-2018	14-10-2018	0	0	3920
	3	escritorios	18-10-2018	18-10-2018	0	0	1200
	4	armarios	19-10-2018	26-10-2018	3	313	2240
	9	escritorios	24-10-2018	27-10-2018	3	282	3600
	4	armarios	25-10-2018	25-10-2018	0	0	2240
NOVIEMBRE	10	escritorios	04-11-2018	08-11-2018	4	317	4000
	6	armarios	06-11-2018	09-11-2018	3	320	3360
	10	escritorios	07-11-2018	07-11-2018	0	0	4000
	8	armarios	08-11-2018	11-11-2018	3	369	4480
	12	escritorios	18-11-2018	22-11-2018	4	346	4800
	7	armarios	21-11-2018	21-11-2018	0	0	3920
	12	escritorios	24-11-2018	26-11-2018	2	564	4800
	6	armarios	25-11-2018	25-11-2018	0	0	3360
	6	armarios	30-11-2018	30-11-2018	0	0	3360

Anexo 3. ESCALA BRITÁNICA 0 - 100

Escala 0-100	ACTIVIDAD
0	Ninguna
50	Muy lento, inseguro y de movimientos torpes
75	Actividad normal, constante, sin prisas, pero no pierde tiempo, bien dirigido y controlado. No sujeto a incentivos de producción.
100	Actividad optima o ritmo tipo, activo, capaz obrero cualificado medio, incentivado, alcanza el nivel de calidad exigido
125	Gran seguridad, coordinación y destreza, muy rápido. Por encima del operario cualificado medio.
150	Extraordinariamente rápido, pero solo en cortos periodos de tiempo.

Anexo 4. TABLA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4	45
B. Suplemento por postura anormal			2	100
Ligeramente incómoda	0	1		
incómoda (inclinado)	2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)				
Peso levantado [kg]				
2,5	0	1		
5	1	2		
10	3	4		
25	9	20		
35,5	22	máx		
D. Mala iluminación				
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		
Bastante por debajo	2	2		
Absolutamente insuficiente	5	5		
E. Condiciones atmosféricas				
Índice de enfriamiento Kata				
16		0		
8		10		
F. Concentración intensa				
Trabajos de cierta precisión		0	0	
Trabajos precisos o fatigosos		2	2	
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos		5	5	
G. Ruido				
Continuo		0	0	
Intermitente y fuerte		2	2	
Intermitente y muy fuerte		5	5	
Estridente y fuerte				
H. Tensión mental				
Proceso bastante complejo		1	1	
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		4	4	
Muy complejo		8	8	
I. Monotonía				
Trabajo algo monótono		0	0	
Trabajo bastante monótono		1	1	
Trabajo muy monótono		4	4	
J. Tedio				
Trabajo algo aburrido		0	0	
Trabajo bastante aburrido		2	1	
Trabajo muy aburrido		5	2	

Anexo 5. CÁLCULO DEL NUEVO COSTO DE PRODUCCIÓN DE ESCRITORIOS LINEALES

COSTO DE ENERGIA DE UN ESCRITORIO LINEAL

Maquina	Potencia	Kwh	Costo kwh	Total (S/.)
Escuadradora	7	3,08	0,58	1,78
Canteadora	4	1,76	0,58	1,02
Taladro	1,8	0,792	0,58	0,45
Cierra circular	2,6	1,144	0,58	0,66
TOTAL				3,93

COSTO DE ACCESORIOS Y MATERIALES DE UN ESCRITORIO LINEAL

NOMBRE	U, DE MEDIDA	COSTO	CANTIDAD	MONTO (S/.)
Chapa siso tambor cuadrado	unidades	2	2	4
Corredera simple 20" (50 cm)	unidades	2,8	6	16,8
Jalador bowser cerzo	unidades	0,5	3	1,5
Pegamento granulado	kilogramos	12,06	0,5	6,03
Tapa canto delgado 22 mm	metros	0,5	30	15
Tapa canto grueso 3 mm	unidades	1,2	2	2,4
Tapa tornillos	unidades	0,02	100	2
Tornillos 3,5x15	unidades	0,02	36	0,72
Tornillos 4x50	unidades	0,04	60	2,4
Tornillos 4x20	unidades	0,04	10	0,4
Tornillos 4x30	unidades	0,04	20	0,8
TOTAL				52,05

COSTO DE MATERIA PRIMA DE UN ESCRITORIO LINEAL

NOMBRE	unidad	COSTO	CANTIDAD	MONTO
tablero melamina	unidades	145	1,5	217,5
TOTAL				217,5

Anexo 6. CÁLCULO DEL NUEVO COSTO DE PRODUCCIÓN DE UN ARMARIO DE OFICINA

COSTO DE ENERGIA DE UN ARMARIO DE OFICINA

maquina	potencia	kwh	costo kwh	total por unidad
Escuadradora	7	3,5	0,58	2,19
Canteadora	4	2	0,58	1,25
Taladro	1,8	0,9	0,58	0,56
Cierra circular	2,6	1,3	0,58	0,81
TOTAL				4,82

COSTO DE ACCESORIOS Y MATERIALES DE UN ARMARIO DE OFICINA

NOMBRE	U, DE MEDIDA	COSTO	CANTIDAD	MONTO
Chapa siso tambor cuadrado	unidades	2	4	8
Corredera simple 20" (50 cm)	unidades	2,8	12	28
Jalador bowser cerzo	unidades	0,5	3	1,5
Pegamento granulado	kilogramos	12,06	0,5	6,03
Tapa canto delgado 22 mm	metros	0,5	30	15
Tapa canto grueso 3 mm	unidades	1,2	2	2,4
Tapa tornillos	unidades	0,02	100	2
Tornillos 3,5x15	unidades	0,02	36	0,72
Tornillos 4x50	unidades	0,04	60	2,4
Tornillos 4x20	unidades	0,04	10	0,4
Tornillos 4x30	unidades	0,04	20	0,8
TOTAL				62,5

COSTO DE MATERIA PRIMA DE UN ARMARIO DE OFICINA

NOMBRE	unidad	COSTO	CANTIDAD	MONTO
tablero melamina	unidades	145	2	290
TOTAL				290

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos		60507.1	60507.1	60507.1	60507.1	60507.1	60507.1	60507.1	60507.1	60507.1	60507.1
Disminución de perdidas		25532.4	25532.4	25532.4	25532.4	25532.4	25532.4	25532.4	25532.4	25532.4	25532.4
Aprovechamiento de mano de obra		32580.0	32580.0	32580.0	32580.0	32580.0	32580.0	32580.0	32580.0	32580.0	32580.0
Aprovechamiento de maquina		2394.7	2394.7	2394.7	2394.7	2394.7	2394.7	2394.7	2394.7	2394.7	2394.7
Egresos	1000	17589.0			17589.0						
Costos Operativos		17589.0	0.0	0.0	17589.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Inversión	1000										
utilidades	-1000	42918.1	60507.1	60507.1	42918.1	60507.1	60507.1	60507.1	60507.1	60507.1	60507.1
saldo		41918.1	102425.2	162932.3	205850.3	266357.4	326864.5	387371.6	447878.7	508385.8	568892.9

TIR	4331%
VNA	S/ 311,623.93
B/C	8.03