

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



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
PARA CUMPLIR CON LOS PEDIDOS NO ENTREGADOS DE LA EMPRESA INGENIA
MUEBLES**

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

AUTOR

MERY LIZBETH CADENILLAS CASTRO

ASESOR

MAXIMILIANO RODOLFO ARROYO ULLOA

<https://orcid.org/0000-0002-6066-6299>

Chiclayo, 2020

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL
DE LA PRODUCCIÓN PARA CUMPLIR CON LOS PEDIDOS NO
ENTREGADOS DE LA EMPRESA INGENIA MUEBLES**

PRESENTADA POR:

MERY LIZBETH CADENILLAS CASTRO

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Sonia Mirtha Salazar Zegarra

PRESIDENTE

Edward Florencio Aurora Vigo

SECRETARIO

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa

ASESOR

DEDICATORIA

A mi padre y mi madre, por ser los pilares más importantes y el ejemplo de lucha y trabajo constante, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mis hermanos por su apoyo y comprensión brindada hacia mí.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

De una manera muy especial al Dr. Maximiliano Arroyo Ulloa, mi asesor, por haberme apoyado en esta etapa tan importante en mi vida profesional, porque me ayudó a culminar con éxito este trabajo de investigación.

A los ingenieros de la escuela quienes a lo largo de toda la carrera siempre dieron lo mejor de ellos para transmitirnos sus conocimientos y aprender de ellos.

RESUMEN

Es importante contar con un óptimo sistema de planificación y control de la producción, para el funcionamiento eficaz de una empresa.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la empresa de muebles Ingenia Muebles ubicado en el departamento de Lambayeque, dicha empresa presenta un problema en su sistema de producción lo cual le trae como consecuencia el incumplimiento de sus pedidos de producción, es por ello que para el estudio realizado se planteó como objetivo principal proponer un sistema de planificación y control de la producción en el proceso de fabricación de muebles para cumplir con los pedidos no entregados de la empresa Ingenia Muebles, para ello fue importante primero diagnosticar el proceso productivo de la empresa y evaluar las herramientas de planificación y control de la producción para elaborar la propuesta de planificación y control de la producción y finalmente determinar el costo beneficio de la propuesta.

Para el desarrollo de la metodología se realizó primero la medición de los tiempos de producción y el cálculo de los indicadores actuales de producción para poder identificar bien el problema real de la empresa. Para el desarrollo de la propuesta de mejora se procedió con la metodología SLP para la redistribución de las áreas de trabajo que permita reducir los cruces en el proceso, después se estandarizaron los tiempos en el proceso productivo y se realizó la planeación agregada de producción para luego hacer el plan de requerimiento de materiales, que permitirá obtener las cantidades necesarias de materias primas para la producción deseada semanalmente. Finalmente se balanceó las estaciones de trabajo.

Los resultados obtenidos arrojan valores que permitieron mejorar el proceso y que se evidencia en los nuevos indicadores calculados. El análisis costo beneficio arrojó una TIR del 17% con un periodo de recuperación de la inversión de 5 meses.

Palabras clave: proceso productivo, planificación de la producción, pedido no entregado.

ABSTRACT

It is important to have an optimal system of planning and control of production, for the efficient operation of a company.

This research work was developed in the furniture company Ingenia Muebles located in the department of Lambayeque, this company has a problem in its production system which results in the non-fulfillment of all its production orders, which is why for the study carried out, the main objective was to propose a planning and production control system in the furniture manufacturing process to fulfill the orders not delivered by the company Ingenia Muebles, for this it was important to first diagnose the production process of the company and evaluate the production planning and control tools to elaborate the production planning and control proposal and finally determine the cost benefit of the proposal.

For the development of the methodology, the measurement of the production times and the calculation of the current production indicators were carried out in order to identify the real problem of the company well. For the development of the improvement proposal we proceeded with the SLP methodology for the redistribution of the work areas to reduce the crossings in the process, then the times were standardized in the productive process and the aggregate production planning was carried out to then do the material requirements plan, which will allow obtaining the necessary quantities of raw materials for the desired production on a weekly basis. Finally he rocked the work stations.

The results obtained show values that allowed to improve the process and that is evidenced in the new calculated indicators. The cost-benefit analysis showed an IRR of 17% with a payback period of 5 months.

Keywords: productive process, production planning, order not delivered.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	13
II.	MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	15
2.1.	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	15
2.2.	BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS.....	17
2.2.1.	Proceso productivo	17
2.2.2.	Indicadores del proceso	18
2.2.3.	Sistema de producción.....	20
2.2.4.	Pronóstico en las operaciones.....	20
2.2.5.	Control y mejora de procesos	22
2.2.6.	Planificación y control de la producción	22
2.2.7.	Distribución de planta.....	24
2.2.8.	Metodología SLP	24
2.2.9.	Diseño del producto.....	24
2.2.10.	Categorías de proceso	25
2.2.11.	Ingeniería de métodos	27
III.	RESULTADOS	28
3.1.	DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	28
3.2.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	30
3.2.1.	Productos	30
3.2.2.	Proveedores	37
3.2.3.	Materiales e insumos	38
3.2.4.	Mano de obra.....	42
3.2.5.	Maquinaria.....	42
3.2.6.	Proceso de producción.....	44
3.2.7.	Sistema de producción.....	47

3.2.8.	Análisis para el proceso de producción	47
3.2.6.	Indicadores actuales de producción y productividad.....	59
3.2.7.	Análisis de la información.....	65
3.3.	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS	67
3.3.1.	Problema, causas y propuestas de solución en el sistema de producción	67
3.4.	EVALUAR LAS HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.....	69
3.5.	DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION.....	73
3.5.1.	Desarrollo de mejoras	73
4.5.2.	Nuevos indicadores de producción y productividad	101
4.6.	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	111
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
	CONCLUSIONES	116
	RECOMENDACIONES	117
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
VI.	ANEXOS	120

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Lista de productos y sus porcentajes de participación 2016-2017</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 2 Categorización de los productos en base a las ventas</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 3 Ficha técnica del Mueble Garay 321</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4 Ficha Técnica del Mueble Terciopelo 321</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 5 Ficha técnica del Mueble Modular 321</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 6 Productos no entregados</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 7 Lista de proveedores</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 8 Materia prima necesaria para productos tipo A</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 9 Ficha técnica de la materia prima</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 10 Insumos para la fabricación del Mueble Garay 321</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 11 Insumos para la fabricación del Mueble Terciopelo 321</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 12 Insumos para la fabricación del Mueble Modular 321</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 13 Distribución de personal</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 14 Ficha Técnica de la Recta de 1 aguja</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 15 Ficha Técnica de la cortadora eléctrica</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 16 Cantidad de MP que ingresa</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 17 Eficiencia económica de la empresa por cada producto</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 18 Tiempos de producción</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 19 Tiempo de ciclo</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 20 Registro de producción de todos los productos</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 21 Matriz de valorización</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 22 Herramientas propuestas para la evaluación</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 23 Escalas de importancia</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 24 Matriz de asignación de puntajes</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 25 Matriz de ponderación</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 26 Relación de problemas con herramientas</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 27 Parámetros de cálculos para áreas</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 28 Estimación de área de producción 1</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 29 Estimación de área de producción 2</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 30 Estimación de área de producción 3</i>	<i>78</i>

<i>Tabla 31 Estimación de almacén de materia prima</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 32 Estimación de almacén de producto terminado.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 33 Medida de las áreas</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 34 Suplementos por descanso</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 35 Tiempos estándar para el mueble Garay 321</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 36 Tiempos estándar para el mueble Modular 321</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 37 Tiempos estándar para el mueble Terciopelo 321</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 38 Nuevos tiempos de producción propuestos.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 39 Variación de tiempos</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 40 Plan de producción por producto</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 41 Plan agregado de producción para junio a diciembre del 2018 y enero a diciembre del 2019</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 42 Proceso productivo por actividades</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 43 Lista de materiales para las semanas 1 -32</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 44 Lista de materiales para las semanas 33 -60</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 45 Lista de materiales para las semanas 61 – 76.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 46 Nuevos tiempo de botella.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 47 Cuadro comparativo de indicadores</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 48 Costo de implementos.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 49 Costo de mano de obra por producto</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 50 Beneficio económico por ventas mensual</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 51 Flujo de caja.....</i>	<i>115</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Telas para tapizado.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 2 Producto en proceso</i>	<i>29</i>
<i>Figura 3 Área de tapizado</i>	<i>30</i>
<i>Figura 4 Diagrama de flujo del proceso básico para todos los tipos de muebles.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 5 Diagrama de recorrido del producto.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 6 Recorrido de las telas desde el segundo piso hacia el primero</i>	<i>50</i>
<i>Figura 7 Diagrama de operaciones para el mueble Garay 321</i>	<i>51</i>
<i>Figura 8 Diagrama de operaciones para el mueble Terciopelo 321.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 9 Diagrama de Operaciones para el mueble Modular 321</i>	<i>53</i>
<i>Figura 10 Cursograma de Análisis del Proceso del Mueble Garay 321</i>	<i>55</i>
<i>Figura 11 Cursograma de Análisis del Proceso del Mueble Terciopelo 321.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 12 Cursograma de Análisis del Proceso del Mueble Modular 321</i>	<i>57</i>
<i>Figura 13 Flujo grama del proceso de solicitud de pedido.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 14 Matriz triangular relacional</i>	<i>74</i>
<i>Figura 15 Diagrama relacional de actividades</i>	<i>74</i>
<i>Figura 16 Nuevo diagrama de recorrido</i>	<i>81</i>
<i>Figura 17 Distribución de operarios por etapa.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 18 Balance de estaciones de trabajo.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 19 Nuevo DOP de Garay 321</i>	<i>104</i>
<i>Figura 20 Nuevo DOP de Terciopelo 321</i>	<i>105</i>
<i>Figura 21 Nuevo DOP de Modular 321</i>	<i>106</i>
<i>Figura 22 Nuevo Cursograma de Análisis del Proceso del Mueble Garay 321</i>	<i>108</i>
<i>Figura 23 Nuevo Cursograma de Análisis del Proceso del Mueble Terciopelo 321</i>	<i>109</i>
<i>Figura 24 Nuevo Cursograma de Análisis del Proceso del Mueble Modular 321</i>	<i>110</i>

ANEXOS

<i>Anexo 1 Pedidos no entregados 2016</i>	<i>120</i>
<i>Anexo 2 Pedidos no entregados 2017</i>	<i>121</i>
<i>Anexo 3 Tabla para el número de observaciones General Electric</i>	<i>122</i>
<i>Anexo 4 Tiempos de fabricación de acuerdo al número de observaciones tomadas.....</i>	<i>123</i>
<i>Anexo 5 Formato para registro de producción.....</i>	<i>124</i>

I. INTRODUCCIÓN

La industria de muebles de madera está integrada por pequeñas, medianas y grandes empresas ubicadas en diversas regiones del país, con una oferta productiva que comprende muebles para cocina, dormitorio, oficina, asientos y otros muebles, además del mobiliario tradicional.

A un nivel internacional, en Estados Unidos, el estado de California es el principal importador de muebles de madera, ya que concentra el 28% del total nacional y en los últimos cinco años ha registrado un crecimiento de 36,3% (2011 – 2016). Asimismo, las importaciones totales de muebles de madera de EE.UU. durante el mismo periodo fueron de US\$ 11 mil millones, suministradas principalmente, por China, Canadá y México. [1]

En el Perú se está viviendo un boom inmobiliario que según la Unión Iberoamericana de Trabajadores de Edificios y Condominios (UITEC) se mantendrá por 15 o 20 años más [2]. Según diversas fuentes relacionadas al mercado de muebles de madera, se estima que la demanda seguirá en aumento por los próximos años debido a las expectativas de crecimiento del PBI per cápita y del sector inmobiliario [1]. Teniendo en cuenta este pronóstico, el crecimiento de la demanda de muebles en nuestro país se ve beneficiado lo cual representa también una oportunidad para las empresas productoras de muebles ya que al crecer la demanda ellos se verán en la obligación de hacer crecer sus volúmenes de producción para atender el mercado en crecimiento, pero no solo basta crecer en cantidad sino también es importante que la calidad del producto se vea mejorado en el tiempo.

En el departamento de Lambayeque existe un gran número de empresas que pertenecen al sector de muebles. Una de ellas es la empresa Ingeniería Muebles que está dentro de las pequeñas empresas dedicadas a la producción de muebles de madera para el hogar, que se encuentra ubicada en la calle Los Tambos N° 1784 en el distrito de la Victoria.

La empresa no cumple con todos los pedidos de producción solicitados, tiene un registro de pedidos no entregados que determinan ingresos no percibidos con valores significativos, en el 2016 llegó a registrar ingresos no percibidos de S/.27 240 a causa de los pedidos no entregados

y en el 2017 dejó de percibir ingresos por S/.29 320 por la misma causa. Así mismo, se observó un gran desorden dentro de la planta debido a la mala disposición de los materiales en el área de trabajo, así como también en el almacén de materia prima y producto terminado.

Actualmente la empresa no tiene una política de trabajo establecida, es decir, sus trabajadores realizan sus actividades sin tener horarios de trabajo que cumplir como cualquier empresa y su forma de trabajo es a destajo lo que de alguna manera les da la libertad de que ellos mismos se programen y trabajen de acuerdo al número de pedidos que el administrador les informe.

Frente a la problemática que presenta la empresa se originó la siguiente interrogante ¿de qué manera se logrará cumplir con los pedidos no entregados de la empresa Ingenia Muebles con la propuesta de un sistema de planificación y control de la producción en el proceso de fabricación de muebles?, es por ello que se llevó a cabo la investigación “Propuesta de un sistema de planificación y control de la producción para cumplir con los pedidos no entregados de la empresa Ingenia Muebles” la cual se planteó como objetivo general proponer un sistema de planificación y control de la producción en el proceso de fabricación de muebles para cumplir con los pedidos no entregados de la empresa Ingenia Muebles, para ello fue importante primero diagnosticar el proceso productivo de la empresa, después, evaluar las herramientas de planificación y control de la producción para elaborar la propuesta y finalmente determinar el costo beneficio de la propuesta.

La investigación busca alcanzar resultados con mejores indicadores de producción y productividad que puedan cumplir con todos los pedidos de producción solicitados por los clientes que permita a la empresa percibir mayores ingresos.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Ortiz et al [3] en su investigación “Determinación de un plan maestro de producción a nivel táctico para una cadena de suministro industrial utilizando una metodología de planificación jerarquizada”, manifiesta que en la actualidad la planificación de la producción es un proceso que abarca numerosos factores internos y externos que deben ser sincronizados y alineados con los objetivos estratégicos de la compañía. En este artículo se presenta una propuesta de distintos modelos de optimización asociados al esquema jerárquico que permite determinar inicialmente un plan maestro de producción por tipos de familia para luego desagregarlo en dos niveles, los cuales tienen por finalidad obtener los volúmenes de productos terminados que satisfagan los requerimientos de la demanda, considerando restricciones que permiten relacionar las distintas entidades de una cadena de suministro: proveedores, fabricante y clientes. Los resultados muestran que es posible trabajar con una estructura de planificación jerarquizada que determina un plan de producción para un problema real. Esta metodología es una alternativa viable para trabajar con problemas de planificación de producción que abarca un gran número de productos (cerca de 300 en el caso de estudio) y que refleje adecuadamente la manera en que se planifica y adopta las decisiones en un contexto productivo de naturaleza real.

Ortiz y Caicedo [4] en su investigación “Procedimiento para la programación y control de la producción de una pequeña empresa de calzado” planteó un modelo para facilitar la respuesta de la compañía ante las necesidades de la demanda, considerando las restricciones del sistema productivo. La investigación tuvo como objetivo diseñar un procedimiento para la programación y control de la producción en una pequeña empresa de calzado, lo cual le brindará a la organización una herramienta que permita conocer las cantidades óptimas a fabricar y la utilización de su sistema productivo. En el estudio se aplicó la investigación de operaciones, específicamente la técnica de programación Lineal junto con la teoría de restricciones. Para desarrollar el modelo matemático se identificó las restricciones del sistema productivo, el modelo determinó las cantidades óptimas de fabricación maximizando el throughput para un período de tiempo dado. A partir de este modelo, se plantea un procedimiento para la programación y control de la producción.

Como resultado se obtuvo que el programa óptimo de producción desarrollado, constituye una herramienta con la cual el empresario puede generar una ventaja frente a la competencia y ser más productivo, mientras maximiza sus utilidades o throughput.

Ramezian et al [5] en su investigación “Un modelo de planificación agregada de la producción para sistemas de producción de dos fases: resolución con algoritmo genético y búsqueda tabú” tiene como objetivo minimizar los costos y las inestabilidades en la fuerza de trabajo y los niveles de inventario. La investigación se concentra en sistemas de varios períodos, multiproducto y máquinas múltiples con decisiones de configuración. En este estudio, se desarrolló un modelo de programación Lineal para sistemas generales de planificación de producción de agregados bifásicos. Debido a la clase de planificación y producción agregada, se implementó un algoritmo genético y una búsqueda tabú para resolver este problema. Los resultados computacionales muestran que estos algoritmos propuestos obtienen soluciones de buena calidad para planificación de producción agregada y podrían ser eficientes para problemas a gran escala.

Douglas y Morabito [6] en su investigación “Planificación de la producción en la configuración de los muebles a través de una optimización robusta”, afirman que los procedimientos de planificación de producción en empresas de muebles de tamaño pequeño comúnmente consisten en decisiones con respecto al nivel de producción y la política de inventario, al tiempo que se intenta minimizar la pérdida de recorte, el retraso y el uso de horas extra a lo largo del horizonte de planificación. Manejar estas decisiones de forma manejable es a menudo un desafío, especialmente si se tiene en cuenta la incertidumbre de los datos. En este artículo se emplea herramientas de optimización robustas para derivar modelos robustos combinados de tamaño de lote y stock cuando los costos de producción y las demandas del producto son parámetros de incertidumbre. Para ello, la motivación sobre el enfoque tradicional de programación estocástica en dos etapas es la ausencia de una descripción probabilística explícita de los datos de entrada, así como evitar tratar con una gran cantidad de escenarios. Los resultados muestran que cuando la incertidumbre afecta tanto los costos como las demandas simultáneamente, los valores óptimos son menos significativos para los grandes niveles de variabilidad. Como resultado se obtuvo que los presupuestos de incertidumbre menos conservadores resultan en niveles de servicio razonables con costos globales más baratos, mientras que los enfoques

deterministas del peor caso generan tasas de cumplimiento relativamente buenas, pero con costos globales prohibitivos.

Seyed M., Mir y Seyed J. [7] en su investigación “Un algoritmo eficiente para resolver una planificación de producción agregada robusta y multiobjetivo en un entorno incierto”, afirman que el riesgo es inherente a la mayoría de las actividades económicas, especialmente cierto en las actividades de producción, donde los resultados de las decisiones tomadas hoy pueden tener muchos posibles resultados diferentes en función de los eventos futuros. En este documento, presentan un modelo multiobjetivo para abordar un problema de planificación de la producción agregada de varios períodos para un horizonte de planificación a mediano plazo en condiciones de incertidumbre. Todos los parámetros de costos y la fluctuación de la demanda se consideran parámetros inciertos. La primera función objetivo intenta minimizar la suma del valor esperado y la variabilidad de los costos totales con referencia a niveles de inventario, niveles regulares, horas extra y subcontratación, niveles de pedidos pendientes y capacidades de mano de obra, máquina y almacén. La segunda función objetivo destacó el concepto de nivel de servicio al cliente a través de la minimización del valor esperado de las carencias máximas entre todas las zonas de clientes a partir de las cuales se realiza la variabilidad. La última función objetivo tiene como objetivo maximizar la productividad de los trabajadores, un promedio ponderado de los niveles de productividad en todas las fábricas y en todos los períodos, que se pondera por el número de partos de nivel k . Luego, usaron un algoritmo eficiente que es una combinación de un método de restricción ϵ aumentado y un algoritmo genético para resolver nuestro modelo propuesto. Los resultados demuestran la aplicabilidad del modelo estocástico multiobjetivo propuesto, así como también el algoritmo propuesto.

2.2.BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

2.2.1. Proceso productivo

Según la ISO 9000:2000 define al proceso como “conjunto de actividades mutuamente relacionados o que interactúan, las cuales transforman elementos de entradas en salidas” [8].

Por proceso se entiende que, es el acumulado de acciones o pasos que se dan con el fin de que determinados insumos interactúen entre sí para obtener de esta interacción un determinado resultado, implicando transformación [8].

Un proceso general está compuesto por un gran número de tareas que son específicos de cada área de la empresa por lo tanto cualquier transformación debe considerarse como proceso [9].

Es una serie de tareas de valor agregado que se vinculan entre sí para transformar un insumo en un producto (mercadería o servicio) [10].

Para Baca et.al [11] es un conjunto de actividades interrelacionadas (secuenciadas y jerarquizadas) de transformación de materia prima, energía e información, y que implican añadirles valor con miras a obtener resultados específicos, tangibles o intangibles. Todo proceso ocupa tres etapas: diseño, operación y control.

- El diseño de un proceso puede estar estructurado en forma explícita (documentos, gráficas, manuales, esquemas, etc.) o implícita (en la cabeza del ejecutante) y consiste en la definición, caracterización y configuración teórico-conceptual del proceso.
- La operación se refiere, justamente, a la ejecución práctica cotidiana del proceso que fue diseñado de manera previa.
- El control consiste en el conjunto de acciones encaminadas a lograr que la operación del proceso corresponda a su diseño.

2.2.2. Indicadores del proceso

a) Producción

Cuatrecasas [12] define la producción como la obtención de uno o más productos de acuerdo al procedimiento más adecuado (proceso de producción), con la utilización de los medios humanos y materiales más adecuados (factores de la producción) y con el empleo de los métodos más eficaces para que se lleve a cabo con la máxima eficiencia y competitividad, que implicara obtener un producto de la máxima calidad y con el tiempo y coste mínimos.

b) Productividad

La productividad según García [13] es el grado de eficiencia con que se utilizan los recursos para alcanzar los objetivos predeterminados.

Para Baca, et al. [11] La productividad es entendida como la relación volumétrica, es decir, no dineraria, entre los resultados producidos y los insumos utilizados en un periodo determinado.

Así mismo Hansen y Howen [14], hace referencia a productividad, con relación a la importancia de su medición, estableciendo que esta es la evaluación cuantitativa de los cambios en la productividad. Teniendo como objetivo evaluar si la eficiencia productiva aumenta o disminuye. Se pueden desarrollar medidas (indicadores) de productividad para cada insumo separado o para todos los insumos de manera conjunta. La medición de la productividad para un insumo a la vez recibe el nombre de medición parcial de la productividad.

Para Heizer [15], la productividad es el cociente entre producción/output (bienes y servicios) y los factores productivos/inputs que pueden ser uno o más recursos (como mano de obra, capital o gestión).

La medición de la productividad según Heizer [15] puede ser bastante directa como cuando se mide como horas de trabajo por toneladas o unidades de determinado producto. Así mismo, las horas son una medida común de un factor productivo, se puede utilizar otras medidas como el capital, materiales o energía. Se puede resumir con la siguiente ecuación:

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas\ (output)}{cantidad\ de\ factor\ utilizado\ (input)}$$

La utilización de un solo factor productivo para medir la productividad, como se muestra en la ecuación anterior, se conoce como productividad de un solo factor. Sin embargo, la productividad multifactorial supone una visión más amplia que incluye todos los factores productivos, a esta también se le conoce como productividad total de los factores y se calcula con la siguiente ecuación [15]:

$$\text{Productividad económica} = \frac{\text{Producto (output)}}{\text{trabajo} + \text{material} + \text{energía} + \text{capital} + \text{otros}}$$

c) **Eficiencia.**

Hernández [16] Es el uso racional de los medios con que se cuenta para alcanzar un objetivo predeterminado; es el requisito para evitar o cancelar dispendios y errores. Capacidad de alcanzar los objetivos y metas programadas con el mínimo de recursos disponibles y tiempo, logrando su optimización.

2.2.3. Sistema de producción

Cada componente es un sistema por sí mismo, es decir tiene objetivos y componentes. En el caso del sistema producción se acepta que sus subsistemas son los siguientes:

- ✓ Ingeniería Industrial
- ✓ Planificación y control de la Producción
- ✓ Control de calidad
- ✓ Ingeniería de servicios.

Todos estos componentes están al servicio del componente central que es el denominado Transformación de recursos.

Es en este momento que encontramos la función de planificación y control de la producción que es materia de nuestra atención actual. Como se puede ver es un sistema cuaternario, es decir que está ubicado en un cuarto nivel jerárquico estructural dentro de la empresa, lo cual, por cierto, no desmerece su importancia en ningún momento, puesto que éste, al igual que cualquier componente del sistema, es un engranaje vital para la marcha del todo. [17]

2.2.4. Pronóstico en las operaciones

La planeación de la producción está concentrada con el desarrollo específico de la acción que ejecutara el sistema de producción, a través del tiempo. En términos generales, esto obliga a hacer pronósticos para seleccionar la mayor combinación de

recursos humanos, materiales y maquinaria para producir la demanda requerida eficientemente. En términos específicos, la cantidad de unidades de producción máxima que satisfaga los requerimientos impuestos por la demanda. [17]

2.2.4.1. Definiciones de pronóstico y predicción

Pronóstico es la estimación de un acontecimiento futuro que se obtiene proyectando datos del pasado que se combinan sistemáticamente, o sea que requieren técnicas estadísticas y de la ciencia administrativa.

Predicción es la estimación de un acontecimiento futuro que se basa en las consideraciones subjetivas, diferentes a los simples datos provenientes del pasado, las cuales no necesariamente deben combinarse de una manera predeterminada, es decir se basan en la habilidad, experiencia y buen juicio de las personas.

2.2.4.2. Usos de los pronósticos en la empresa

Los pronósticos se requieren para:

- ✓ La planeación estratégica, incluyendo:
 - Diseño del producto
 - Diseño del proceso
 - Inversión y reemplazo de equipo
 - Planeación de la capacidad estructural

- ✓ Planeación de la producción
 - Planeación agregada
 - PMP
 - PRM
 - JAT
 - TOC
 - Programación de las operaciones

- ✓ Tareas de control
 - Control del sistema
 - Control de la producción

Control de inventarios
Control de la mano de obra
Control de costos

2.2.5. Control y mejora de procesos

El control y mejora de procesos es un método de mejora continua de la calidad, que se basa en la reducción sistemática de la variación de aquellas características que más influyen en la calidad de los productos o servicios. Para ello, el control y la mejora de procesos se apoya de diferentes herramientas estadísticas como análisis de Pareto, diagrama de Ishikawa, gráficos de control, entre otras, que ayudan a identificar puntos clave que perjudican el proceso o el servicio en análisis.

Para Vilar [18] el control y mejora de los procesos es una actividad enfocada hacia la prevención, y por lo tanto los gastos que implica su implantación más que un coste son una buena inversión.

2.2.6. Planificación y control de la producción

La planificación de la producción es el conjunto de actividades que hay que realizar en el futuro, tendientes a la dotación oportuna de los recursos necesarios para la producción de los bienes y servicios especificados por la planeación estratégica y el control de la producción es la técnica que verifica el cumplimiento de los planes correspondientes. [17]

2.2.6.1. Planeación agregada

Se define como el Plan de Producción a medio plazo, factible desde el punto de vista de la capacidad, que permita lograr el Plan Estratégico de la manera más eficaz posible, tomando en cuenta los objetivos tácticos del sistema Producción.

a. Metas del plan agregado

- Generar los volúmenes de productos que satisfagan la demanda prevista en el

plan estratégico.

- Emplear los recursos disponibles de la mejor manera posible.
- Viabilizar las estrategias globales de la empresa.

b. Estrategias para el desarrollo de planeación agregada

La generación de las familias de productos tiene que realizarse contando con la capacidad disponible actual. Si la demanda supera la disponibilidad de capacidad, habrá que encontrar una alternativa de ajuste de la capacidad que garantice la producción, en las condiciones más favorables que sea posible.

A las políticas de ajuste que se pueden aplicar para hacer factible la producción se denomina estrategias de producción, estas pueden ser puras o mixtas. Las estrategias puras son las siguientes:

- ✓ **Estrategia de caza.** En este caso, la modalidad impone que hay que producir sólo aquellos volúmenes que el mercado exija, ni más ni menos. Esta estrategia supone que se está facultado para contratar, despedir, convocar a trabajo en tiempo extra, en concordancia con las necesidades del mercado.
- ✓ **Producción constante.** Mediante esta estrategia la planta genera objetos a una tasa diaria constante, independiente de las variaciones de la demanda.

2.2.6.2. Plan de requerimiento de materiales (MRP)

El MRP es una técnica que consiste en determinar las cantidades de los insumos y las fechas límites en las que deben estar disponibles para garantizar el cumplimiento del programa maestro de producción. [19]

El programa resultante del MRP se utiliza para que los insumos, partes y componentes estén disponibles cuando el proceso de producción los demande, pero sin almacenar inventarios innecesarios de insumos, es decir, que estén disponibles justo para cuando son requeridos. Esto, además, es un paso importante para aplicar la metodología de justo a tiempo (JIT) en cualquier empresa.

2.2.7. Distribución de planta

La distribución de planta tiene importante influencia en la utilización de los recursos, procesos de fabricación, mecanismos de control y costes de producción debido a que constituye el marco general donde se desarrollan los procesos productivos. [20]

Así mismo, busca optimizar el orden de la planta en cuanto a maquinas, personas, materiales y servicios auxiliares, de tal manera que el valor agregado por el proceso productivo en sí sea el máximo.

2.2.7.1. Distribución orientada al producto

Aquí los elementos productivos se disponen en la planta en la misma secuencia que las operaciones que deben efectuarse sobre el producto.

2.2.7.2. Distribución orientada a la producción por puesto fijo

Este tipo de distribución es adecuada en aquellos casos donde la producción es de muy pocas unidades o incluso de una sola y donde además el producto sea voluminoso y complejo.

2.2.8. Metodología SLP

Systematic Layout Planning es una metodología de distribución de planta que permite identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y relaciones existentes entre ellos [21].

2.2.9. Diseño del producto

La influencia que el cliente ejerce en el diseño del producto o servicio que se entrega es un factor que tiene mucha implicancia en el volumen y la variedad de la producción esperada de una empresa y esto, a su vez, impacta significativamente en el diseño del sistema de planificación y control de la producción de la organización.

Según Chapman [22] el grado de influencia del cliente tiende a describirse por medio de las siguientes categorías, enumeradas según su orden de influencia, de menor a mayor:

1. Fabricación para almacenamiento (MTS, Make to Stock). La base colectiva del cliente puede tener cierta influencia sobre el diseño general en una fase temprana del bosquejo del producto; sin embargo, un cliente individual solo tiene que tomar una decisión cuando el producto está terminado: adquirirlo o no adquirirlo. Ejemplos de este tipo de productos puede ser cualquier tienda minorista de herramientas, ropa, suministros para oficina, entre otros.

2. Armado bajo pedido (ATO, Assemble to Order). En este caso el cliente cuenta con mayor influencia sobre el diseño, una vez que puede seleccionar varias opciones a partir de subarmados predefinidos. El productor ensamblará esas opciones para formar el producto final que desea el cliente. En algunas industrias este enfoque se denomina empaque todo bajo pedido, por lo que es el empaquetado el que depende del cliente.

3. Fabricación bajo pedido (MTO, Make to Order). En este caso el cliente especifica el diseño exacto del producto o servicio final, siempre y cuando en su fabricación se utilicen materias primas y componentes estándar. Un ejemplo puede ser un fabricante de muebles especiales, o una panadería.

4. Ingeniería bajo pedido (ETO, Engineer to Order). En este caso el cliente tiene completo poder de decisión sobre el diseño del producto o servicio. No se ve limitado a la utilización de componentes o materia prima estándar, sino que incluso podrá hacer que el productor entregue algo diseñado “desde cero”.

2.2.10. Categorías de proceso

La influencia del cliente no solo impacta en el diseño del producto, sino que también tiene mucha importancia en el diseño del proceso utilizado para generar el producto o servicio.

Existen cinco categorías para describir el proceso utilizado en la producción:

1. Proceso por proyecto. Los procesos basados en un proyecto casi siempre suponen la generación de un producto de tipo único (un edificio, un software) y por lo general, los proyectos tienen un amplio alcance.

2. Proceso de trabajo. También conocido como procesos de taller de trabajo, por lo general tienen como objetivo lograr la flexibilidad. El equipo utilizado en ellos suele ser de propósito general, lo que significa que puede ser empleado para múltiples requerimientos de producción diferentes. La habilidad para generar el producto de acuerdo con las especificaciones del cliente se centra casi siempre en los trabajadores, quienes tienden a ser altamente calificados. Los procesos de trabajo por lo general se concentran en la producción de una gran variedad de requerimientos especiales, como en los ambientes de diseño ETO o MTO. La alta variedad de diseño exige procesos flexibles y mayores habilidades entre la fuerza laboral. El trabajo en estas condiciones se desarrollará casi siempre de forma “desorganizada” debido a la alta variabilidad del diseño de cada labor. En este tipo de proceso los vínculos de información tienden a ser informales o laxos, esto, debido a la variabilidad en el diseño y en los requerimientos de trabajo de cada producto.

3. Procesamiento por lotes o intermitente. Corresponde a una categoría de “término medio”. El equipo tiende a ser más especializado que el de un taller de trabajo, pero lo suficientemente flexible para producir cierta variedad de diseños. En este tipo, los trabajadores no necesariamente tienen que ser tan calificados como los de los talleres de trabajo, puesto que la habilidad de producción recae más sobre el equipo más especializado. Las empresas se organizan en un esquema de grupos homogéneos en base a las habilidades de los trabajadores y la maquinaria, dando lugar a que el trabajo se mueva de un área a otra a medida que se desarrolla el proceso. Este tipo de proceso es más apropiado para el contexto ATO, sin embargo, también se aplica en ambientes MTO y MTS.

4. Procesamiento repetitivo o de flujo. Este tipo de proceso es utilizado para la producción de grandes volúmenes de un rango muy estrecho de diseños. El equipo es altamente especializado y caro, requiere poca mano de obra y no necesariamente calificada. Los costos unitarios son bajos debido a que el gasto en equipo se coloca

dentro de los gastos generales y se distribuye en un gran volumen de productos, haciendo que se logre un precio competitivo. Generalmente se usa en ambientes de diseño MTS.

5. Continuo. Se concentra en aplicaciones altamente especializadas. El equipo es muy especializado y se requiere poca mano de obra, generalmente los procesos son automatizados.

2.2.11. Ingeniería de métodos

Se ocupa de la integración del ser humano al proceso productivo, o sea, describir el diseño del proceso en lo que se refiere a todas las personas involucradas. [23]

La ingeniería de métodos es el estudio de los métodos de trabajo dentro de una organización que persigue diversos propósitos como [24]:

- Estandarización de procesos.
- Mejorar los procesos y procedimientos.
- Mejorar la disposición y el diseño de la fábrica, taller, equipo y lugar de trabajo.
- Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
- Economizar el uso de materiales, máquinas y mano de obra.
- Aumentar la seguridad.

1. Estudio de movimientos

Es el estudio de los movimientos del cuerpo humano, con la búsqueda de mejoras en las operaciones, eliminando así los movimientos innecesarios y estableciendo la secuencia de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima. [23]

2. Estudio de tiempos

Se define como el proceso de determinar el tiempo que requiere un operario hábil y bien capacitado que trabaja a ritmo normal para realizar una tarea específica. [25]

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

LA EMPRESA

Ingenia Muebles es una pequeña empresa dedicada a la fabricación de muebles de madera para el hogar, su representante legal es Javier Wildemar Diaz Villalobos con DNI número 47398181. La empresa está registrada en la SUNAT con RUC 10473981811.

La empresa trabaja todos los días de la semana y cuenta con 8 trabajadores a destajo, 4 de ellos asisten diariamente a la empresa para sus labores y los 4 restantes colaboran de acuerdo a la necesidad tanto de la empresa como de los mismos operarios, además está el administrador que a su vez es quien atiende a los clientes.

MISIÓN

Somos una empresa que se dedica a la producción y comercialización de productos con garantía, brindando un buen servicio y creando valor para nuestros clientes con diseños exclusivos y precios accesibles.

VISIÓN

Ser una empresa reconocida por el público Lambayecano y lograr posicionarnos en el mercado como la mejor empresa de fabricación de muebles de calidad.

SITUACION ACTUAL

Actualmente la empresa presenta problemas en su sistema productivo relacionado a la planificación y control de la producción y como consecuencia registra pedidos no entregados que le generan ingresos no percibidos. Además, sus áreas no están correctamente distribuidas generando desorden en el área de trabajo y cruces innecesarios, en las figuras 1, 2 y 3 se muestran imágenes del interior de la empresa, que evidencian lo mencionado respecto al área de trabajo. Así mismo, otro problema que influye en la entrega de sus productos es que en la empresa no existe una política de trabajo definida ya que sus

operarios, si bien es cierto trabajan todos los días en horarios partidos entre mañana y tarde, no cumplen todos los días con 8 horas de trabajo diaria, el horario de ingreso usualmente es a las 8 de la mañana pero horarios de salida definida no tienen, algunos salen al terminar su trabajo del día y no tienen responsabilidad por avanzar pedidos pendientes, lo cual origina retrasos en las entregas hasta incumplimiento de pedidos, o sea pedidos no entregados.



Figura 1 Telas para tapizado

La figura 1 muestra los rollos de tela que se encuentran almacenados en el segundo piso de la planta, donde también se encuentra la oficina de gerencia y ventas.

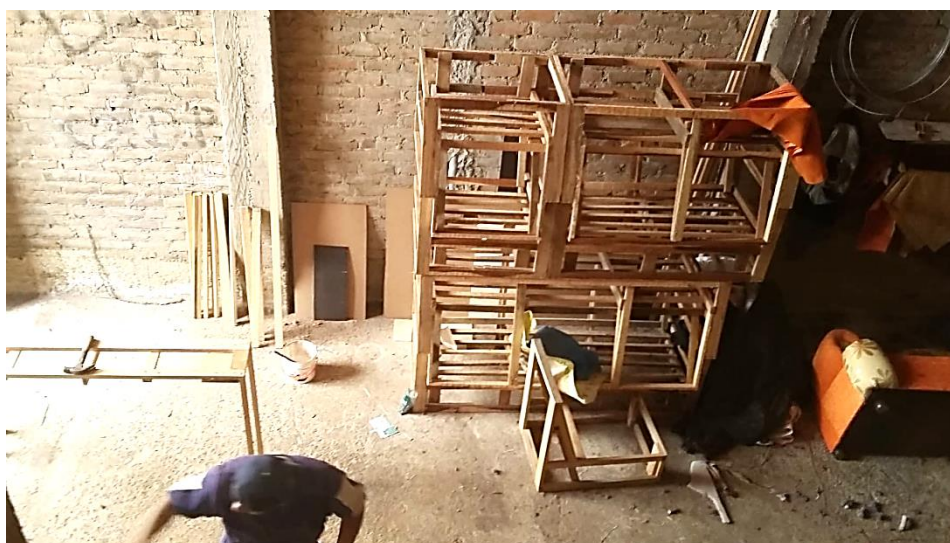


Figura 2 Producto en proceso

La figura 2 y 3 muestran la acumulación de las estructuras para los muebles y producto en proceso en el área de trabajo y pasillos que conecta hacia las otras áreas, se evidencia el desorden que genera.



Figura 3 Área de tapizado

3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.2.1. Productos

a. Descripción del producto

Ingenia muebles cuenta con diversos modelos de muebles de madera para el hogar, que varían de acuerdo al tamaño, forma y tipo de material que el cliente requiera. La empresa es capaz de desarrollar cualquier tipo de modelo que el cliente le solicite, es decir, no se limita a la gama que ya ha ofrecido antes, sino que acepta propuestas de nuevos diseños y los fabrica. En la tabla 1 se encuentra la lista de los tipos de muebles que ofrece la empresa y sus respectivos porcentajes de participación en las ventas de la empresa.

Tabla 1 Lista de productos y sus porcentajes de participación 2016-2017

Producto	Porcentaje de participación en las ventas
Mueble Garay 321	23%
Mueble Terciopelo 321	20%
Mueble Modular 321	16%
Mueble Chelero grande 321	10%
Mueble Lineal mediano	6%
Mueble Chelero pequeño 321	6%
Mueble Lineal pequeño	6%
Mueble Lineal grande	5%
Mueble Lineal 321 pequeño	3%
Mueble Lineal 321 grande	2%
Mueble Lineal 321 mediano	1%
TOTAL	100%

Fuente: Ingenia muebles

Categorización de productos

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se escogió a aquellos productos que están dentro de la categoría “A” de acuerdo a la categorización de productos (tabla 2) con el fin de hacer un mejor uso de la información brindada con aquellos productos que representen mayores ingresos.

Tabla 2 Categorización de los productos en base a las ventas

Producto	Ventas (unidades)	Costo unitario de producción	Costo de producción total	Venta total (soles)	Utilidad (soles)	Margen de utilidad unitario (%)	Margen unitario ventas (%)
Mueble Garay 321	73	S/. 417,20	S/. 30 455,6	S/. 35 040	S/. 4 584,4	13%	23%
Mueble Terciopelo 321	63	S/. 306,00	S/. 19 278,0	S/. 22 050	S/. 2 772,0	8%	20%
Mueble Modular 321	50	S/. 363,38	S/. 18 169,0	S/. 22 500	S/. 4 331,0	12%	16%
Mueble Chelero grande 321	32	S/. 767,70	S/. 24 566,4	S/. 29 760	S/. 5 193,6	15%	10%
Mueble Lineal mediano	20	S/. 1 392,90	S/. 27 858,0	S/. 30 000	S/. 2 142,0	6%	6%
Mueble Chelero pequeño 321	20	S/. 398,70	S/. 7 974,0	S/. 10 400	S/. 2 426,0	7%	6%
Mueble Lineal pequeño	19	S/. 827,20	S/. 15 716,8	S/. 19 000	S/. 3 283,2	10%	6%
Mueble Lineal grande	16	S/. 1 586,60	S/. 25 385,6	S/. 32 000	S/. 6 614,4	19%	5%
Mueble Lineal 321 pequeño	10	S/. 827,20	S/. 8 272,0	S/. 10 000	S/. 1 728,0	5%	3%
Mueble Lineal 321 grande	6	S/. 1 586,60	S/. 9 519,6	S/. 12 000	S/. 2 480,4	7%	2%
Mueble Lineal 321 mediano	4	S/. 1 392,90	S/. 5 571,6	S/. 6 000	S/. 428,4	1%	1%
TOTAL	313	S/. 9 866,38	S/. 192 766,6	S/. 228 750	S/. 35 983,4	100%	100%

Fuente: Ingenia Muebles

La categorización de los productos muestra como productos “A” a los Muebles Garay 321, Muebles Terciopelo 321 y Muebles Modular 321, son estos productos los que son más vendidos anualmente. En las tablas 3, 4 y 5 se muestran las fichas técnicas de cada producto.

Tabla 3 Ficha técnica del Mueble Garay 321

Nombre del producto	Mueble Garay 321	
		
N° de piezas	3	
Medidas en cm (L x A x H)	Pieza de 3 asientos	200 x 94 x 82
	Pieza de 2 asientos	155 x 94 x 82
	Pieza de 1 asiento	109 x 94 x 82
N° de asientos	6	
Tipo de madera	Mohena	
Color	A gusto de cada cliente	
Material de base y forro	A gusto de cada cliente	
Tapizado	Tela o cuero	
Accesorios adicionales	Cojines y/o mesa de centro	

Fuente: Ingenia Muebles

Tabla 4 Ficha Técnica del Mueble Terciopelo 321

Nombre del producto	Mueble Terciopelo 321	
		
N° de piezas	3	
Medidas en cm (L x A x H)	Pieza de 3 asientos	189 x 90 x 85
	Pieza de 2 asientos	140 x 90 x 85
	Pieza de 1 asiento	98 x 90 x 85
N° de asientos	6	
Tipo de madera	Mohena	
Color	A gusto de cada cliente	
Material de base y forro	A gusto de cada cliente	
Tapizado	Tela o cuero	
Accesorios adicionales	Cojines y/o mesa de centro	

Fuente: Ingenia Muebles

Tabla 5 Ficha técnica del Mueble Modular 321

Nombre del producto	Mueble Modular 321	
		
N° de piezas	3	
Medidas en cm (LxAxH)	Pieza de 3 asientos	210x92x85
	Pieza de 2 asientos	157x92x85
	Pieza de 1 asiento	113x92x85
N° de asientos	6	
Tipo de madera	Mohena	
Color	A gusto de cada cliente	
Material de base y forro	A gusto de cada cliente	
Accesorios adicionales	Cojines y/o mesa de centro	

Fuente: Ingenia Muebles

- **Productos no entregados**

Un problema que la empresa presenta debido a la planificación empírica con la que vienen trabajando es que no cumplen con todos sus pedidos de producción, los cuales determinan ingresos no percibidos, además de mala imagen por incumplimiento de entrega ante sus clientes. En la tabla 6 se muestra la cantidad de pedidos no entregados en el 2016 y 2017 con el monto total de los ingresos que podrían representar para la empresa. Estos datos se muestran en los anexos 1 y 2 de forma detallada.

Tabla 6 Productos no entregados

Mes	2017			2016			Total ingresos no percibidos
	Cantidad	Ingreso no percibido	% que representa de las ventas	Cantidad	Ingreso no percibido	% que representa de las ventas	
Enero	6	S/. 4 920	89%	4	S/. 2 310	46%	S/. 7 230
Febrero	0	0	0%	4	S/. 1 890	25%	S/. 1 890
Marzo	3	S/. 1 900	32%	0	0	0%	S/. 1 900
Abril	1	S/. 1 000	12%	2	S/. 2 930	37%	S/. 3 930
Mayo	0	0	0%	4	S/. 1 600	11%	S/. 1 600
Junio	7	S/. 3 690	30%	3	S/. 2 460	31%	S/. 6 150
Julio	1	S/. 1 500	26%	6	S/. 4 080	28%	S/. 5 580
Agosto	2	S/. 2 000	18%	3	S/. 2 790	25%	S/. 4 790
Septiembre	7	S/. 4 940	96%	1	S/. 2 000	21%	S/. 6 940
Octubre	6	S/. 4 830	85%	0	0	0%	S/. 4 830
Noviembre	7	S/. 3 860	37%	3	S/. 5 000	53%	S/. 8 860
Diciembre	4	S/. 1 600	11%	4	S/. 2 180	15%	S/. 3 780
TOTAL	44	S/. 30 240		34	27 240		57 480

Fuente: Ingenia Muebles

De la tabla 6 se observa que la empresa dejó de percibir ingresos de 30 240,00 soles en el 2017 y en el 2016 el monto fue de 27 240,00 soles por los pedidos no entregados.

b. Desechos

Los desechos que se originan en el proceso de producción son los trozos de madera que se producen en el corte y habilitado de las estructuras, las cuales son obsequiadas a los operarios de la empresa para que ellos aprovechen el residuo individualmente, además de cortes de algodón y espuma que son hecho picadillo y utilizados como relleno de los cojines de los muebles.

La cantidad de desechos diario que genera la empresa son mínimos debido a que la producción varía de acuerdo a los pedidos que se tiene, por lo que no se realiza un control de ellos, es decir no se pesa la cantidad de desechos obtenidos, sino que solo son utilizados como ya se mencionó anteriormente.

c. Desperdicios

Como desperdicio se tiene los retazos de tela obtenidos del corte y costura de los forros, los cuales son dispuestos en contenedores de basura y posteriormente puestos a disposición de los camiones recolectores de basura.

Los desperdicios que genera la empresa no llevan un control de cálculo sobre la cantidad que se obtiene debido a que son mínimos, estos simplemente son dispuestos en los contenedores de basura.

3.2.2. Proveedores

Ingenia muebles trabaja con un grupo no tan amplio de proveedores de telas e insumos para la fabricación de los muebles de madera, algunos de ellos se encuentran en lima y otros en Chiclayo. La lista de sus principales proveedores se muestra a continuación en la tabla 7.

Tabla 7 Lista de proveedores

Nombre	Material	Lugar
Novo Ideas	Telas y otros insumos	Lima
Tapytel S.A.C.	Telas	Chiclayo
Multitop	Telas	Lima
Comercial Gutiérrez	Telas	Chiclayo
Top Peru S.A.C.	Telas y otros insumos	Chiclayo
Comercial Chambi	Telas	Chiclayo
Comercial Luisito	Insumos	Chiclayo
Aserradero Fruto de Montaña	Madera	Chiclayo

3.2.3. Materiales e insumos

3.2.3.1. Materia prima

El principal del proveedor de Ingenia Muebles es la empresa Aserradero Fruto de Montaña, la cual es representada legalmente por la señora Dany Margot Díaz Villalobos quien a su vez es la madre de Javier Díaz Villalobos, el dueño y administrador de Ingenia Muebles. Aserradero fruto de la Montaña está ubicado en calle Los Orfebres N° 153 Chiclayo – Lambayeque.

La materia prima que la empresa utiliza para los 3 productos en estudio, resultado de la clasificación ABC, es la madera del tipo Mohena, a continuación se muestra las cantidades necesarias para la producción de cada producto de la categoría A y su costo.

Tabla 8 Materia prima necesaria para productos tipo A

Producto	Madera	Cantidad	Costo total
Mueble Garay 321	Mohena	9 tablas	S/. 72
Mueble Terciopelo 321	Mohena	7 tablas	S/. 56
Mueble Modular 321	Mohena	5 tablas	S/. 40

Fuente: Ingenia Muebles

Tabla 9 Ficha técnica de la materia prima

FICHA TÉCNICA DE LA MADERA MOHENA		
NOMBRE CIENTIFICO	Aniba amazónica meiz	
FAMILIA	Lauraceae	
ORIGEN	Selva amazónica	
NOMBRE COMUN (INGLES)	Mohena	
		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	Color	Amarillo dorado con tonalidades verde claro y franjas oscuras.
	Grano	Entrecruzado
	Textura	Media a fina
	Brillo	Bajo
	Olor	Aromático
	Sabor	Astringente
PROPIEDADES FÍSICAS	Densidad básica	0,56 gr/cm ³
	Contracción volumétrica	9,4 %
	Relación T/R	2,100
PROPIEDADES MECÁNICAS	Módulo de elasticidad en flexión	30 Tn/cm ²
	Módulo de ruptura en flexión	99 Kg/cm ²
	Compresión paralela	278 Kg/cm ²
	Compresión perpendicular	37 Kg/cm ²
	Dureza de lados	430 Kg/cm ²
	Tenacidad	2 Kg/cm ²
CARACTERÍSTICAS DE PROCESAMIENTO Y USO	Comportamiento al secado natural	Bueno
	Comportamiento al secado artificial	Regular
	Durabilidad natural	Media
	Trabajabilidad	Sencilla

3.2.3.2.Insumos

En las tablas 10, 11 y 12 se encuentran las listas de los principales insumos utilizados y su cantidad necesaria para la fabricación de 1 juego de muebles de cada modelo con su respectivo costo.

Tabla 10 Insumos para la fabricación del Mueble Garay 321

DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID.	COSTO	TOTAL
Cola Tekno	0,5	Kg	S/.2,00	S/. 240,20
Clavo de 3"	0,5	Kg	S/.2,50	
Clavo de 2"	1,5	Kg	S/.7,50	
Zaquetas	7	Unid	S/.2,10	
Grapas	1	Caja	S/.5,00	
Algodón	20	Kg	S/.26,00	
Tachuelas	0,10	Caja	S/.0,50	
Cierre	3	m	S/.2,40	
Tela Chenil color entero	10	m	S/.100,00	
Tela Chenil estampado	5,3	m	S/.74,20	
Guardapolvo	2	m	S/.4,00	
Patas de muebles	12	Unid	S/.12,00	
Terocal	0,20	Tarro	S/.2,00	

Fuente: Ingenia Muebles

Tabla 11 Insumos para la fabricación del Mueble Terciopelo 321

DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID.	COSTO	TOTAL
Cola Tekno	0,5	Kg	S/.2,00	S/.150,00
Clavo de 3"	0,5	Kg	S/.2,50	
Clavo de 2"	1,5	Kg	S/.7,50	
Zaquetas	7	Unid	S/.2,10	
Grapas	1	Caja	S/.5,00	
Algodón	20	Kg	S/.26,00	
Tachuelas	0,10	Caja	S/.0,50	
Cierre	3	m	S/.2,40	
Tela Terciopelo	15	m	S/.84,00	
Tela Chenil estampado	0	m	S/.0,00	
Guardapolvo	2	m	S/.4,00	
Patas de muebles	12	Unid	S/.12,00	
Terocal	0,20	Tarro	S/.2,00	

Fuente: Ingenia Muebles

Tabla 12 Insumos para la fabricación del Mueble Modular 321

INSUMOS	CANT.	UNID.	COSTO	TOTAL
Cola Tekno	0,5	Kg	S/.2,00	S/.243,38
Clavo de 2"	1,5	Kg	S/.7,50	
Zaquetas	4	Unid	S/.1,20	
Grapas	1	Caja	S/.5,00	
Algodón	8	Kg	S/.10,40	
Tachuelas	0,10	Caja	S/.0,50	
Espuma blanca de 1/2"	3	Planchas	S/.22,50	
Cojín Zebra de 4"	6	Unid	S/.75,00	
Nozat	0,33	m	S/.5,28	
Tela Chenil color entero	9	m	S/.90,00	
Guardapolvo	1,5	m	S/.3,00	
Patas de muebles	12	Unid	S/.12,00	
Cartón para aplicas	2	Unid	S/.7,00	
Terocal	0,20	Tarro	S/.2,00	

Fuente: Ingenia Muebles

3.2.4. Mano de obra

El recurso humano de Ingeniería Muebles está dado básicamente por 5 personas, las cuales se encuentran distribuidos entre las distintas áreas y etapas del proceso tal como se muestra en la tabla 13. La empresa labora de lunes a sábado en horarios de 8:30 am a 12:30 pm y luego de 2:00 a 6:00 pm y los domingos de 9:00 am a 1:00 pm, pero las políticas respecto a horarios de entrada no se cumplen debido a que todos los operarios no llegan siempre a la hora indicada, el gerente les permite la hora de ingreso de acuerdo a la decisión de cada uno, lo único con lo que deben cumplir es con la tarea asignada día a día y en base a ello, los trabajadores toman su tiempo.

Tabla 13 Distribución de personal

Área	Etapas	Cantidad	Nivel de instrucción	Tiempo de trabajo
Operación	Armado de estructura	1	Secundaria completa	3 años
	Colocación de resortes y relleno	1	Secundaria completa	2 años
	Costura para tapiz	1	Secundaria completa	1 año
	Tapizado, embalaje	1	Secundaria completa	2 años
Administrativo y ventas	Realiza diseño y ventas	1	Superior universitario	2 años

Fuente: Ingeniería Muebles


3.2.5. Maquinaria

En Ingeniería Muebles todo el trabajo es manual, las únicas máquinas usadas en el proceso son la cortadora eléctrica y la máquina de coser. Ambas son operadas por un trabajador cada una.

Tabla 14 Ficha Técnica de la Recta de 1 aguja

Máquina Industrial de costura marca Juki	
Nombre	Recta de 1 aguja
Modelo	DDL – 8700L
	
Descripción	Máquina de costura recta capaz de coser puntadas de hasta 7mm con alimentación normal y reversa. Con una adaptación de alimentación y Tira-hilo para incrementar la eficiencia y lograr una puntada consistente. Este modelo de máquina es perfecta para coser cueros, bolsas, carteras u otros materiales pesados.
Velocidad máxima de costura	4000 rpm
Largo máximo de puntada	7 mm
Elevación del prensatelas	Por palanca de rodilla: 13 mm
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil ajuste del largo de puntada • Máquina de cama plana con orificios para fijar guías y aparatos • Sistema de lubricación totalmente automático • Sistema de avance o arrastre simple con retroceso • Motor de embrague de alta velocidad de 1/2 HP y opcional para trabajar en 110V o 220V • Motor con cambio de giro (hacia adelante y hacia atrás) con solo mover un botón

Tabla 15 Ficha Técnica de la cortadora eléctrica

Nombre	Sierra Circular	
	Voltaje	230 V / 50 Hz
	Potencia absorbida	1750 W
	Potencia emitida	960 W
	Velocidad en vacío	4700 rpm
	Diámetro máximo disco de corte	235 mm
	Dimensiones (L x A x H)	430 x 270 x 290 mm
	Peso	8,4 Kg
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Motor potente y equilibrado. • Transmisión de alto par. • Chasis robusto y protección del disco de aluminio. • Puño frontal y plataforma inclinable 45°. • Bloqueo del disco y entrada de aspiración. Interruptor de seguridad. • NO compatible con sistemas de guíascarril. 	

3.2.6. Proceso de producción

El proceso productivo de los muebles de madera consta de una serie de actividades secuenciales necesarias para la obtención del producto final. A continuación, se describe el proceso productivo que realiza la empresa:

- a) **Diseño del mueble:** para cualquier tipo de mueble, el proceso empieza desde el diseño del producto, actividad que se lleva a cabo por el administrador, quien atiende los pedidos, en conjunto con el cliente. Aquí se elige el tipo de mueble que requiere el cliente y se especifican características técnicas como tipo de tela, tamaño, decorativo y adicional.

b) Elaboración de la estructura: se lleva a cabo las siguientes actividades.

1. Seleccionar la madera de acuerdo a lo que el cliente decidió en el diseño del mueble.
2. Habilitación de la madera o primer corte, que consiste en cortar las tablas de madera en tiras de dimensiones generales o estándares. Esto permitirá realizar los siguientes cortes específicos con mayor facilidad.
3. Segundo corte que consiste en cortar las tiras en dimensiones específicas según el tipo y tamaño del mueble
4. Como siguiente paso se realiza el ensamblado de las partes habilitadas en el segundo corte, comenzando a dar forma a la estructura del mueble.
5. Finalmente se realiza un control de calidad que consiste en observar detalladamente la estructura para descartar errores o defectos en esta etapa y dar paso a la siguiente.

c) Colocación de resortes y espumas a la estructura del mueble.

1. Primero se inicia con la colocación de los resortes en las bases del mueble.
2. Posteriormente se cubre las bases con triplay, tela yute o poliéster, esto depende del tipo de mueble que se está trabajando, y se asegura el trabajo con grapas.
3. Como siguiente paso se tiene el corte y moldeo de la esponja que rellenará el mueble, aquí se vuelve a medir la estructura para poder trabajar esas medidas en la esponja, posteriormente se procede al pegado de las esponjas en la estructura.

d) Selección corte y costura de la tela.

1. Se selecciona el tipo de tela o cuero de acuerdo al pedido del cliente.
2. Se procede a medir la tela de acuerdo a las dimensiones del mueble, esto se lleva a cabo con ayuda de plantillas ya específicas para cada tipo de mueble, se marca la tela y luego se corta.
3. Teniendo ya la tela cortada en los moldes, se prosigue con el proceso de costura que consiste en la unión mediante una costura doble de las piezas.

e) Tapizado

1. Se inicia colocando y engrampando la tela sobre el mueble ya espumado. La colocación de la tela, consiste en sobreponer la tela en el lugar adecuado o parte adecuada del mueble.
2. Colocada la tela se prosigue con el engrampado de la misma de tal forma que esta quede sujeta al armazón del mueble. El engrampado de la tela se realiza por partes y de la siguiente manera:
 - ✓ Primero se engrampa los brazos del mueble.
 - ✓ Segundo se engrampa los respaldos del mueble.
 - ✓ Tercero se engrampa los asientos del mueble.
 - ✓ Cuarto se engrampa los frentes del mueble.
 - ✓ Quinto se engrampa las ventaneras (parte que va hacia la pared).
3. Fija la tela en el armazón del mueble, se continúa con el templeado de la misma, este paso permite que la tela quede totalmente lisa y no se genere arrugas o pliegues.
4. Terminado el proceso de colocar la tela, se continúa con el tapado de las partes visibles de la estructura del mueble (en esta etapa se busca terminar de cubrir todas las partes de la estructura del mueble y no dejar visibles rastros de esta).
5. Se continúa elaborando y colocando las aplicas (diseños de cartón cubiertos por la tela del mueble que permitirá cubrir ciertos espacios).

f) **Control de calidad:** este proceso inicia una vez concluido la elaboración del mueble, las personas encargadas de realizar este control de calidad son: el especialista de la etapa de tapizado y el encargado de diseño y venta, los cuales reconocerán cuando alguno de los parámetros no se está cumpliendo. Los parámetros de calidad que se miden son los siguientes:

- ✓ Buena costura
- ✓ Correcta colocación de resortes
- ✓ Correcta colocación de la espuma
- ✓ Revisar el acabado
- ✓ Similitud entre el mueble acabado y el seleccionado por el cliente

- g) **Embalaje:** los productos son embalados con plástico grueso y luego son sellados con cinta de embalaje y film con la finalidad de que no sufra algún daño durante su traslado y/o almacenaje. Para los muebles de color blanco o crema se requiere más cuidado por lo que en estos primero se envuelve con papel film seguido del plástico y finalmente cinta de embalaje.
- h) **Almacenamiento:** una vez terminado el producto, se almacenan hasta que llegue el cliente por su pedido. Usualmente el almacenamiento no pasa de 24 horas, de lo contrario se llama al cliente por su pedido.

3.2.7. Sistema de producción

Ingenia muebles trabaja con un sistema de producción por pedidos, es decir, su producción depende de los pedidos semanales que obtengan de parte de sus clientes. Se produce la cantidad demandada semanalmente, tratando de cumplir con todos, aunque no siempre se cumple.

3.2.8. Análisis para el proceso de producción

✓ Diagrama de flujo

El diagrama de flujo del proceso muestra las actividades secuenciales del proceso en forma de operaciones con sus ingresos y salidas en cada uno de ellos.

El proceso se realiza en 3 partes, por un lado, se realiza la estructura de los muebles y es aquí donde se unen las otras dos partes, por otro lado, se realiza la costura de las telas para el tapiz y el último es el corte de las esponjas para la base.

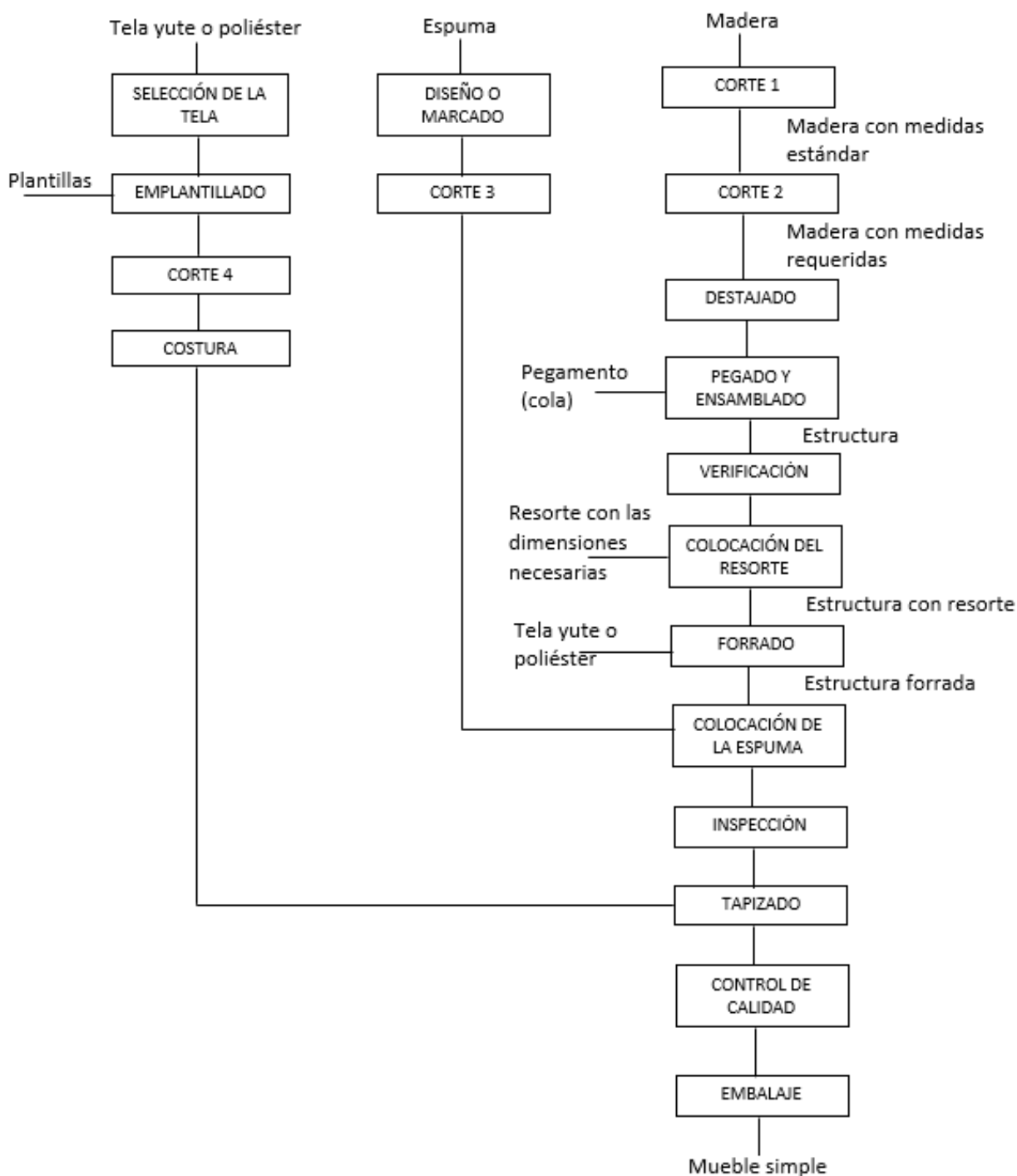


Figura 4 Diagrama de flujo del proceso básico para todos los tipos de muebles

Fuente: Ingenia Muebles

✓ **Diagrama de recorrido**

El diagrama de recorrido se utilizó para evidenciar que además de los problemas de planificación mencionados anteriormente, en la empresa existen muchos cruces en el proceso, además de largos recorridos para transportar los materiales.

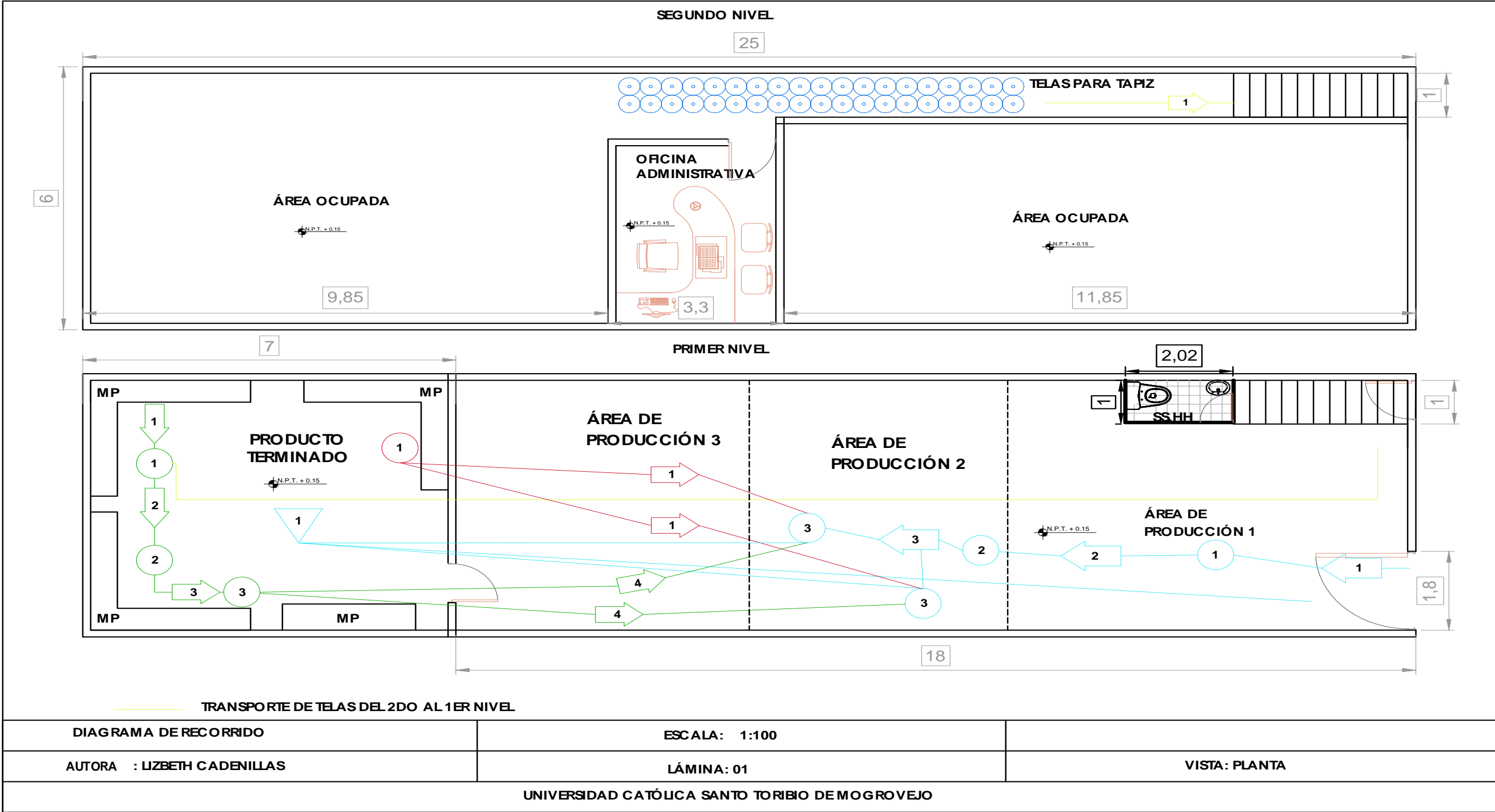


Figura 5 Diagrama de recorrido del producto

Fuente: Ingenia Muebles

Del diagrama de recorrido se puede observar el recorrido que realiza las telas desde el segundo piso hasta el almacén, que es donde se realiza el trabajo de las telas, es decir la costura para el tapizado, es muy largo e innecesario además implica pérdida de tiempo por desplazamiento. La distancia que recorre el operario con las telas es de aproximadamente 29,5 metros Lineales.

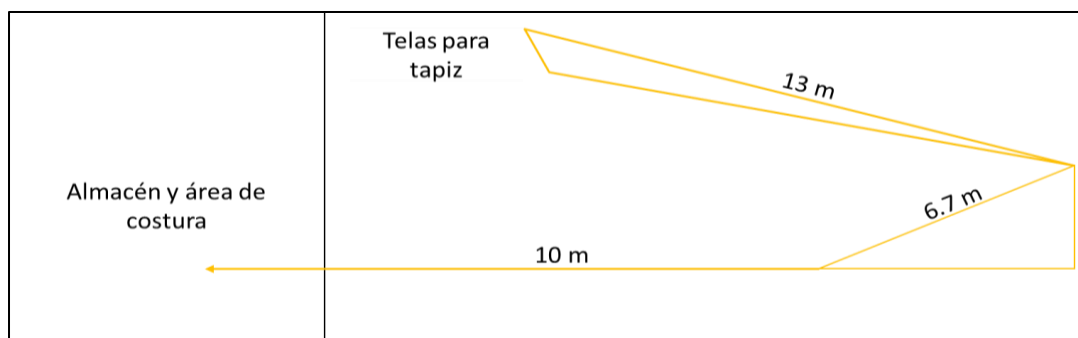


Figura 6 Recorrido de las telas desde el segundo piso hacia el primero

✓ Diagrama de operaciones del proceso (DOP)

El DOP se realizó para ver a detalle las operaciones del proceso y determinar cuántas operaciones, inspecciones y actividades combinadas hay dentro del proceso.

De acuerdo a la tabla de General Electric (anexo 3) se midió el tiempo de cada actividad en 3 ocasiones y en días diferentes, en base a esos tiempos medidos se ha considerado el tiempo en segundos de cada operación. Las mediciones de cada producto en los 3 días correspondientes se muestran en el anexo 4.

Como resumen de los diagramas de operaciones se tiene que para el mueble Garay 321, el proceso consta de 15 operaciones que suman un tiempo de 27 862 segundos, 5 inspecciones con un tiempo de 236 segundos y 1 actividad combinada con 129 segundos, sumando un total de 28 227 segundos (ver figura 7). Para el mueble Terciopelo 321, las 15 operaciones tienen una duración de 22 506 segundos, 5 inspecciones 221 y 1 actividad combinada 115 segundos, sumando un total de 22 842 segundos (ver figura 8) y para el mueble Modular 321, las 15 operaciones tienen un tiempo de 22 529 segundos, 5 inspecciones con 239 segundos y 1 actividad combinada con 119 segundos, sumando un total de 22 878 segundos (ver figura 9).

Cabe mencionar que las operaciones son las mismas para todos los tipos de muebles, lo que varía es el tiempo en el que se hace cada operación, es por eso que se tienen 3 DOP del proceso, uno para cada producto.

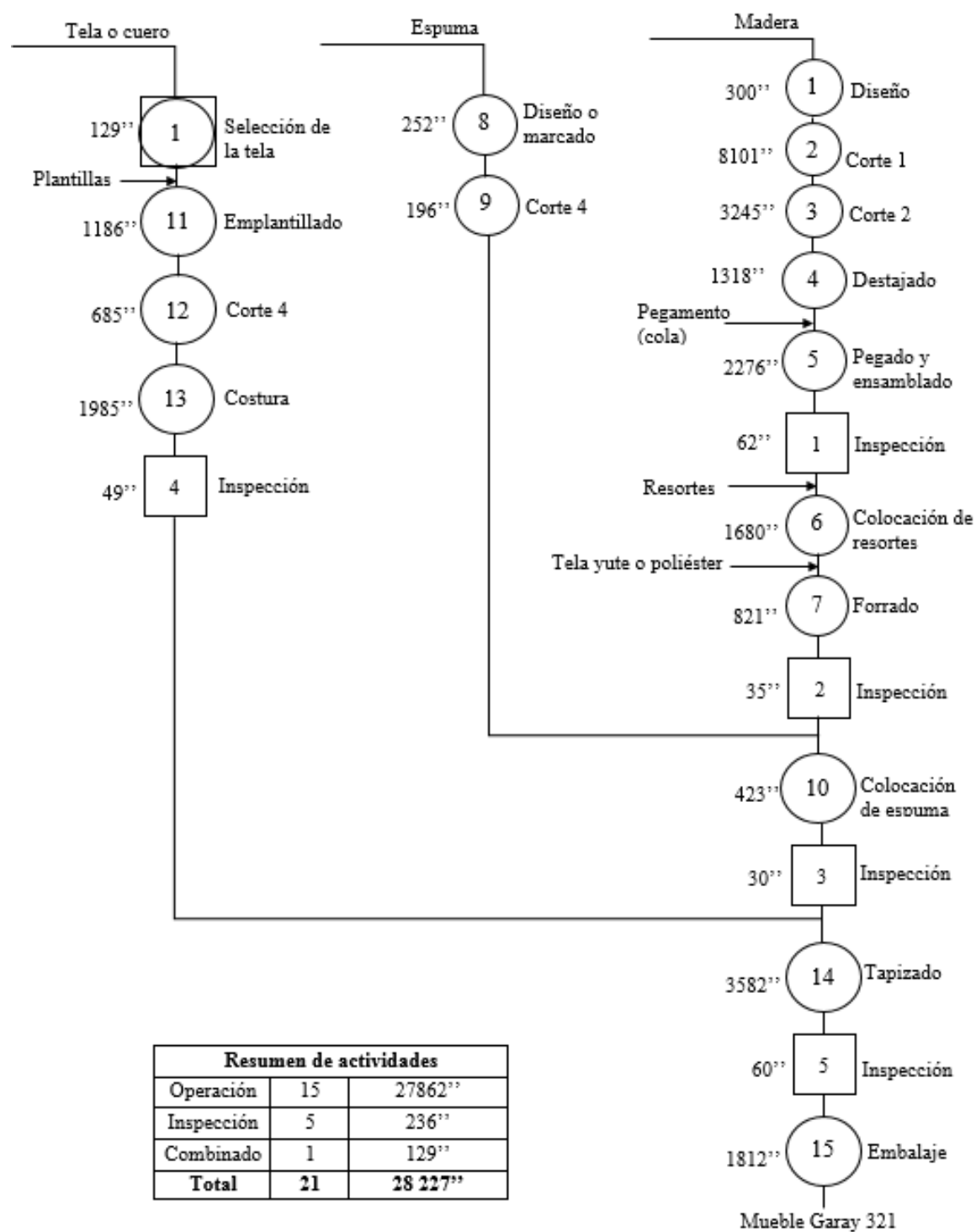


Figura 7 Diagrama de operaciones para el mueble Garay 321

Fuente: Ingenia Muebles

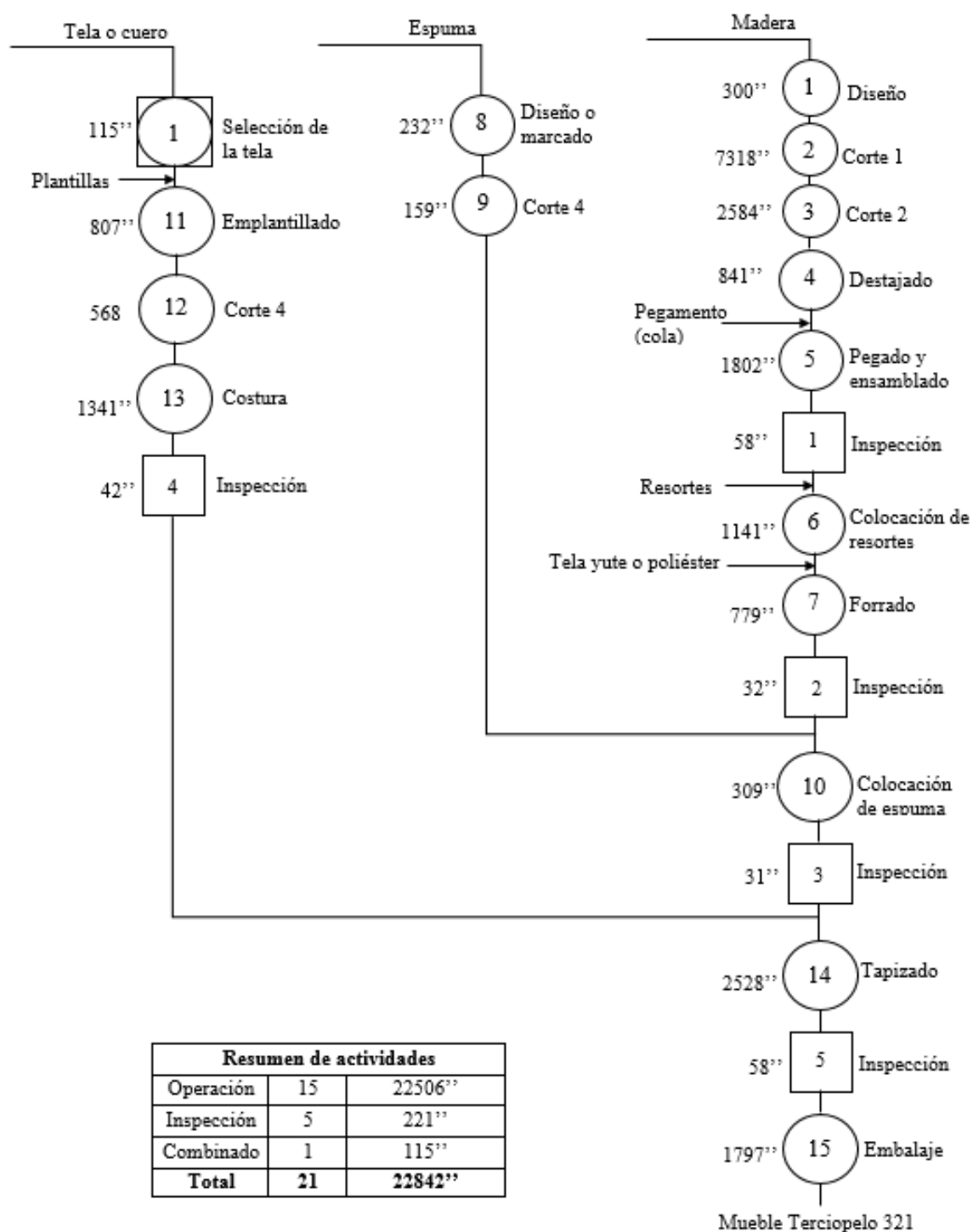


Figura 8 Diagrama de operaciones para el mueble Terciopelo 321

Fuente: Ingenia Muebles

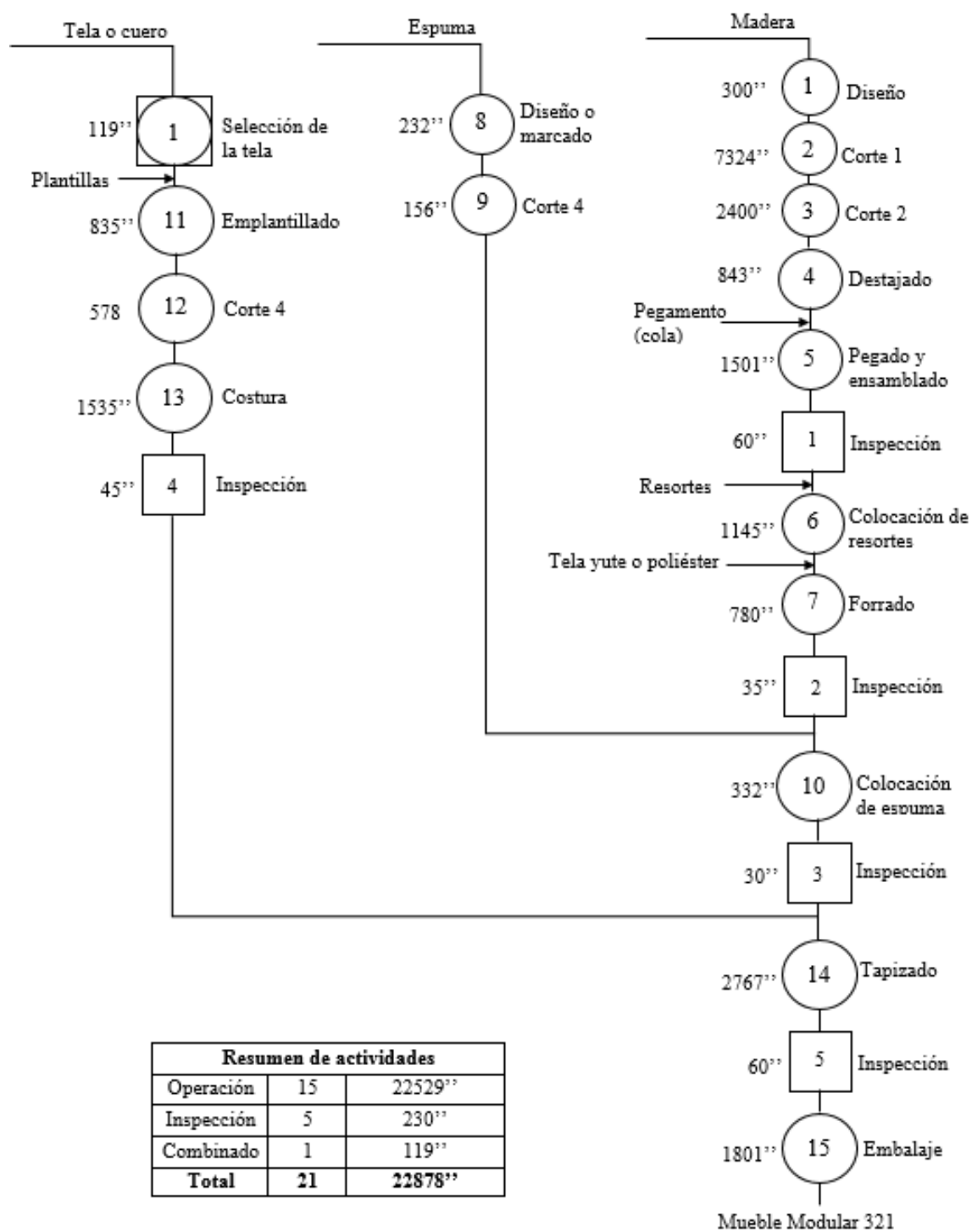


Figura 9 Diagrama de Operaciones para el mueble Modular 321

Fuente: Ingenia Muebles

✓ **Cursograma analítico del proceso**

Se realizó para observar la trayectoria que sigue el proceso productivo, además para determinar el porcentaje de actividades productivas e improductivas que se realizan en la empresa. En las figuras 10, 11 y 12 se muestran los cursogramas para cada tipo de producto de la categoría A. El número de actividades productivas que realiza la empresa es la misma para cada tipo de producto, ya que estos siguen el mismo proceso, pero con tiempos de operación diferente, en base a ello se calculó el porcentaje de las actividades productivas que realiza la empresa.

Actividades Productivas

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de actividades productivas}}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{20 + 3 + 7}{38} \times 100 = 78,95\%$$

Actividades Improductivas

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de act. improductivas}}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{4 + 1 + 3}{38} \times 100 = 21,05\%$$

El 78,95% de las actividades que se realizan en la fabricación de los muebles de madera son actividades productivas, es decir aquellas actividades que le generan un valor agregado al producto y que son necesarias para la fabricación del producto. Mientras que el 21,05% de las actividades son improductivas, aquellas que no son necesarias y en las que se está invirtiendo tiempo y dinero que no son recuperados en la venta del producto, ya que los clientes pagan por aquellas que generan valor.

Producto	Mueble Garay 321			Actividad	Simb.	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)		
Actividad	Fabricación de muebles de madera			Operación	●	20	27 496			
Método	Actual – manual			Transporte	➔	4	376	35,5		
Lugar	Ingenia Muebles			Almacén	▼	1	14 400			
Diagnosticado por	Cadenillas Castro Lizbeth	Fecha	05/04/18	Inspección	■	3	191			
				Espera	◐	3	167			
Aprobado por	Ing. Arroyo Ulloa	Fecha	11/04/18	Combinado	◻	7	928			
				TOTAL		38	43 558	35,5		
N°	DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES	DISTAN_ CIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO						
				●	➔	◐	■	◻	▼	
1	Diseño del modelo	-	300	X						
2	Traslado de diseño al área de operación	12	47		X					
3	Selección del tipo de madera	-	34						X	
4	Primer corte	-	8101	X						
5	Segundo corte	-	3245	X						
6	Destajado	-	1318	X						
7	Ensamblado	-	2276	X						
8	Inspección de estructura	-	62						X	
9	Traslado de estructura	1.5	49		X					
10	Espera de estructura	-	96			X				
11	Selección de resortes	-	118						X	
12	Colocar resortes en la base de estructura	-	1680	X						
13	Espera de estructura con resortes	-	36			X				
14	Selección de material para la base	-	141						X	
15	Corte de material base	-	212	X						
16	Colocar material en la base de estructura	-	297	X						
17	Engrapado en la base	-	312	X						
18	Espera de estructura	-	35			X				
19	Selección de esponja	-	31						X	
20	Moldeo de esponja	-	252	X						
21	Corte de esponja	-	196	X						
22	Pegado de esponja	-	423	X						
23	Selección de tela o cuero	-	129						X	
24	Traslado de tela o cuero	29	120		X					
25	Medir tela o cuero	-	696	X						
26	Marcar tela o cuero	-	590	X						
27	Cortar tela o cuero	-	685	X						
28	Unir piezas (cosido)	-	1993	X						
29	Colocar la tela en el mueble	-	1461	X						
30	Engrapado de tela	-	882	X						
31	Templar la tela engrapada	-	765	X						
32	Tapar partes visibles	-	313						X	
33	Revisar el trabajo	-	69					X		
34	Colocar aplicas	-	162						X	
35	Control de calidad	-	60					X		
36	Embalaje	-	1812	X						
37	Traslado a almacén	11	160		X					
38	Almacenar	-	14400							X

Figura 10 Cursograma de Análisis del Proceso del Mueble Garay 321

Fuente: Ingenia Muebles

Producto	Mueble Terciopelo 321			Actividad	Simb.	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)	
Actividad	Fabricación de muebles de madera			Operación	●	20	22 333		
Método	Actual – manual			Transporte	➔	4	376	24,5	
Lugar	Ingenia Muebles			Almacén	▼	1	5 400		
Diagnosticado por	Cadenillas Castro Lizbeth	Fecha	05/04/18	Inspección	■	3	184		
				Espera	◐	3	162		
Aprobado por	Ing. Arroyo Ulloa	Fecha	11/04/18	Combinado	◑	7	731		
				TOTAL		38	29 181	24,5	
N°	DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES	DISTAN_CIA (m)	TIEMPO (s)	SÍMBOLO					
				●	➔	◐	■	◑	▼
1	Diseño del modelo	-	300	X					
2	Traslado de diseño al área de operación	12	47		X				
3	Selección del tipo de madera	-	34					X	
4	Primer corte	-	7318	X					
5	Segundo corte	-	2584	X					
6	Destajado	-	841	X					
7	Ensamblado	-	1802	X					
8	Inspección de estructura	-	58					X	
9	Traslado de estructura	1.5	48		X				
10	Espera de estructura	-	92			X			
11	Selección de resortes	-	119					X	
12	Colocar resortes en la base de estructura	-	1141	X					
13	Espera de estructura con resortes	-	35			X			
14	Selección de material para la base	-	138					X	
15	Corte de material base	-	223	X					
16	Colocar material en la base de estructura	-	282	X					
17	Engrapado en la base	-	307	X					
18	Espera de estructura	-	35			X			
19	Selección de esponja	-	27					X	
20	Moldeo de esponja	-	235	X					
21	Corte de esponja	-	159	X					
22	Pegado de esponja	-	309	X					
23	Selección de tela o cuero	-	115					X	
24	Traslado de tela o cuero	29	61		X				
25	Medir tela o cuero	-	490	X					
26	Marcar tela o cuero	-	374	X					
27	Cortar tela o cuero	-	568	X					
28	Unir piezas (cosido)	-	1341	X					
29	Colocar la tela en el mueble	-	1204	X					
30	Engrapar tela	-	635	X					
31	Templar la tela engrapada	-	423	X					
32	Tapar partes visibles	-	242					X	
33	Revisar el trabajo	-	68					X	
34	Colocar aplicas	-	56					X	
35	Control de calidad	-	58					X	
36	Embalaje	-	1797	X					
37	Traslado a almacén	11	160		X				
38	Almacenar	-	5400						X

Figura 11 Cursograma de Análisis del Proceso del Mueble Terciopelo 321

Fuente: Ingenia Muebles

Producto	Mueble Modular 321			Actividad	Simb.	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)	
Actividad	Fabricación de muebles de madera			Operación	●	20	22 293		
Método	Actual – manual			Transporte	➔	4	321	35,5	
Lugar	Ingenia Muebles			Almacén	▼	1	18 000		
Diagnosticado por	Cadenillas Castro Lizbeth	Fecha	05/04/18	Inspección	■	3	189		
				Espera	◐	3	167		
Aprobado por	Ing. Arroyo Ulloa	Fecha	11/04/18	Combinado	◻	7	806		
				TOTAL		38	41 831	35,5	
N°	DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES	DISTAN_ CIA (m)	TIEMPO (s)	SÍMBOLO					
				●	➔	◐	■	◻	▼

1	Diseño del modelo	-	300	X					
2	Traslado de diseño al área de operación	12	47		X				
3	Selección del tipo de madera	-	34					X	
4	Primer corte	-	7324	X					
5	Segundo corte	-	2400	X					
6	Destajado	-	843	X					
7	Ensamblado	-	1501	X					
8	Inspección de estructura	-	60					X	
9	Traslado de estructura	1.5	49		X				
10	Espera de estructura	-	96			X			
11	Selección de resortes	-	118					X	
12	Colocar resortes en la base de estructura	-	1145	X					
13	Espera de estructura con resortes	-	36			X			
14	Selección de material para la base	-	142					X	
15	Corte de material base	-	225	X					
16	Colocar material en la base de estructura	-	283	X					
17	Engrapado en la base	-	307	X					
18	Espera de estructura	-	35			X			
19	Selección de esponja	-	28					X	
20	Moldeo de esponja	-	232	X					
21	Corte de esponja	-	156	X					
22	Pegado de esponja	-	332	X					
23	Selección de tela o cuero	-	119					X	
24	Traslado de tela o cuero	29	65		X				
25	Medir tela o cuero	-	486	X					
26	Marcar tela o cuero	-	399	X					
27	Cortar tela o cuero	-	578	X					
28	Unir piezas (cosido)	-	1535	X					
29	Colocar la tela en el mueble	-	1224	X					
30	Engrapado tela	-	659	X					
31	Templar la tela engrapada	-	563	X					
32	Tapar partes visibles	-	293					X	
33	Revisar el trabajo	-	69					X	
34	Colocar aplicas	-	72					X	
35	Control de calidad	-	60					X	
36	Embalaje	-	1801	X					
37	Traslado a almacén	11	160		X				
38	Almacenar	-	18000						X

Figura 12 Cursograma de Análisis del Proceso del Mueble Modular 321

Fuente: Ingenia Muebles

✓ Flujo grama del proceso de solicitud de pedido de adquisición de cliente

Este diagrama se realizó para determinar el proceso que se sigue desde el momento en el que un cliente quiere adquirir un producto y realiza el pedido de acuerdo a sus requerimientos. El cliente elige el tipo de material y diseño de su producto en coordinación con el gerente, este en base a lo solicitado por el cliente va hacia el almacén y junto con los operarios comprueba la disponibilidad de material, de confirmarse la disponibilidad de material se realiza el proceso de producción, de lo contrario ofrece otras opciones al cliente. En la figura 13 se muestra el flujo grama del proceso.

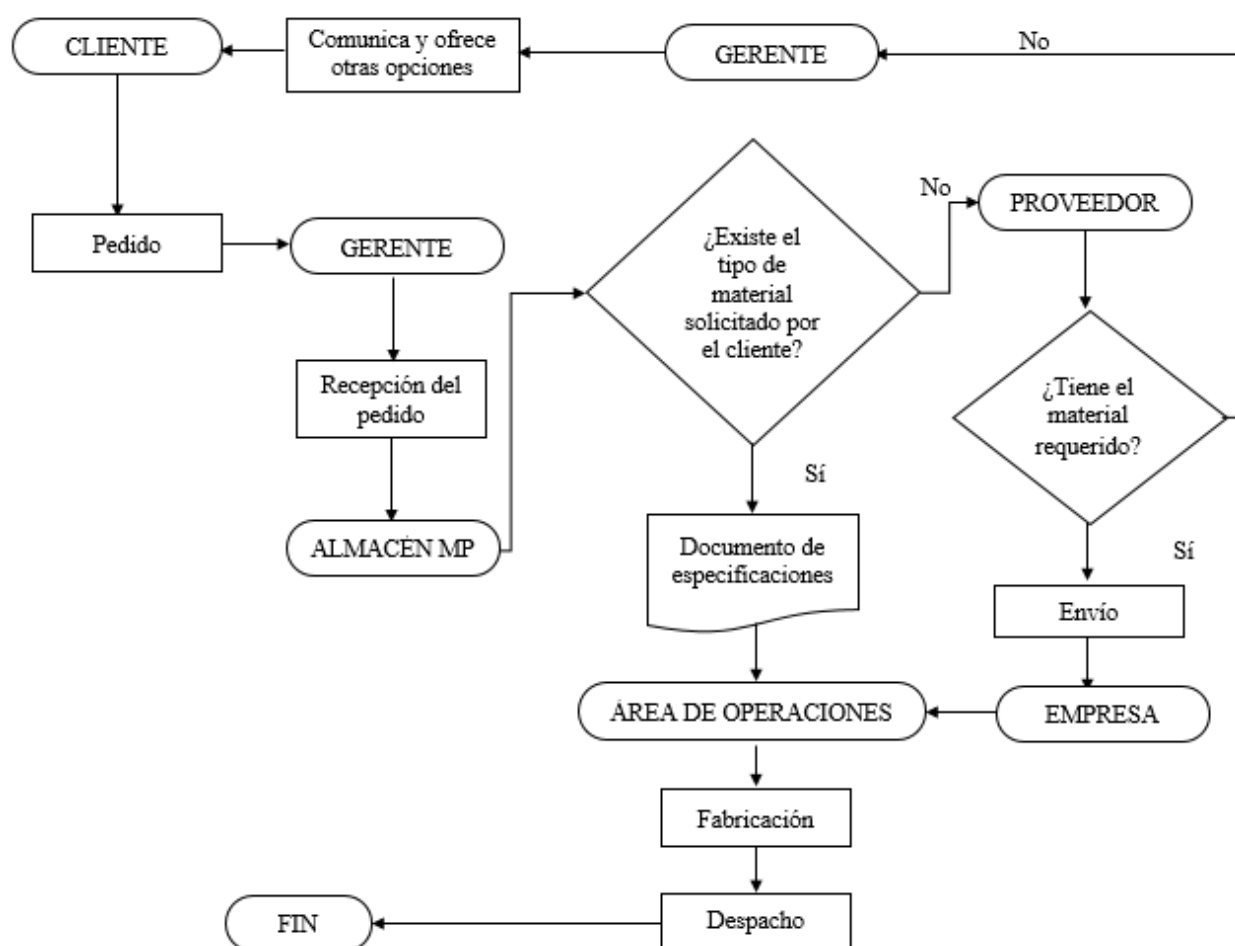


Figura 13 Flujo grama del proceso de solicitud de pedido

Fuente: Ingenia Muebles

3.2.6. Indicadores actuales de producción y productividad

Eficiencia:

Eficiencia física

Para calcular la eficiencia se tomará en cuenta el volumen en cm³ de madera Mohena que ingresa para ser utilizada en la fabricación de un juego de Mueble Garay 321, Mueble Terciopelo 321 y Mueble Modular 321. En la tabla 16 se muestra los datos necesarios para calcular la eficiencia física de cada producto, el cálculo se realizó con la siguiente ecuación:

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{salida de MP en cm}^3}{\text{Entrada de MP en cm}^3}$$

Tabla 16 Cantidad de MP que ingresa

Producto	Ingreso de materia prima en cm³	Salida de producto terminado en cm³	Eficiencia física
Mueble Garay 321	99 109	77 262	78%
Mueble Terciopelo 321	77 084	61 974	80%
Mueble Modular 321	55 060	43 583	79%

Este indicador permite determinar que por cada cm³ de madera Mohena usada en el proceso, su aprovechamiento útil es del 78% para la fabricación de Mueble Garay 321, del 80% en la fabricación de Mueble Terciopelo 321 y 79% en la fabricación de Mueble Modular 321. Es decir, existe una pérdida de 21 847 cm³ de madera en el proceso de fabricación del Mueble Garay 321, de 15 110 cm³ de madera en el proceso de fabricación del Mueble Terciopelo 321 y de 11 477 cm³ de madera en el proceso de fabricación del Mueble Modular 321, la materia prima se pierde en las actividades de corte 1 y 2 y destajado.

Eficiencia económica

Los productos que generan mayor ingresos anuales son los muebles tipo Garay 321, Terciopelo 321 y Modular 321, el precio unitario de producción de cada uno de ellos está determinado por el costo de materiales y el costo de mano de obra, estos costos se muestran en la tabla 17, con esos datos se calculó la eficiencia económica de cada producto, obteniendo como resultado que por cada sol invertido en la fabricación del mueble Garay 321 obtiene 0,15 soles de ganancia, para el mueble Terciopelo 321 se obtiene 0,14 soles de ganancia por cada sol invertido en su fabricación y para el mueble Modular 321 se obtiene que por cada sol invertido genera una ganancia de 0,24 soles .

Tabla 17 Eficiencia económica de la empresa por cada producto

Producto	Costo de materiales	Costo de mano de obra	Costo unitario de producción	Precio de venta	Eficiencia económica
Mueble Garay 321	S/. 312,20	S/. 105	S/. 417,20	S/. 480	1,15
Mueble Terciopelo 321	S/. 206	S/. 100	S/. 306,00	S/. 350	1,14
Mueble Modular 321	S/. 283,38	S/. 60	S/. 363,38	S/. 450	1,24

Fuente: Ingenia Muebles

Cuello de botella

Para determinar el cuello de botella del proceso se tomó los tiempos de cada actividad realizada para la fabricación de los muebles. El número de muestras necesarias para obtener un valor representativo fue 3 muestras (anexo 4), este valor se obtuvo de la tabla de General Electric (anexo 3) la cual permite establecer un criterio para determinar el número óptimo de observaciones a tomar, considerando el tiempo de ciclo del producto. De acuerdo al número de observaciones tomadas, los tiempos de producción se muestran en la tabla 18.

Tabla 18 Tiempos de producción

Etapa	Actividades	PROMEDIOS DE LAS 3 MUESTRAS		
		Mueble Garay 321 (s)	Mueble Terciopelo 321 (s)	Mueble Modular 321 (s)
Armado de la estructura	Corte 1	8 101,3	7 318,3	7 323,7
	Corte 2	3 244,7	2 583,3	2 400,3
	Destajado	1 318,0	841,7	843,0
	Pegado y ensamblado	2 276,7	1 801,7	1 501,3
	Verificación	62,0	58,3	59,7
Colocación de resortes y espumas	Colocación de resortes	1 680,0	1 141,0	1 144,7
	Forrado de base	855,7	812,0	815,0
	Colocación de espuma	871,7	702,7	720,0
	Inspección	32,3	31,7	30,7
Tapizado		7 676,0	5 458,7	5 938,0
Embalaje		1 812,3	1 797,3	1 801,3
Total		27 930,7	22 546,7	22 577,3

Fuente: Ingenia Muebles

De la tabla 18 se puede observar que el cuello de botella de la empresa se encuentra en la primera actividad del armado de la estructura de los muebles, corte 1.

Tiempo de ciclo

El tiempo ciclo del proceso está determinado por la sumatoria de los tiempos de todas las actividades del proceso productivo. El tiempo ciclo para cada producto se muestra en la tabla 19 y corresponde a la suma de todas las actividades del proceso.

Tabla 19 Tiempo de ciclo

Producto	Tiempo (s)
Mueble Garay 321	27 930,7
Mueble Terciopelo 321	22 546,7
Mueble Modular 321	22 577,3

Fuente: Ingenia Muebles

Producción

Se halló la producción semanal de la empresa con el tiempo ciclo del proceso, para cada producto, y con el tiempo base de 52 horas de trabajo a la semana. Cabe mencionar que esta producción sería si las políticas de la empresa en cuanto a horarios de entradas y salidas de los operarios se cumplieran, es decir trabajar 8 horas al día de lunes a sábado y 4 horas los domingos. La producción se calculó con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Producción} = \frac{\mathbf{tiempo\ base}}{\mathbf{ciclo}}$$

$$\mathbf{T tiempo\ base} = \mathbf{horas\ al\ dia} \times \mathbf{días\ a\ la\ semana}$$

$$\mathbf{T tiempo\ base} = (8 \times 6) + (4 \times 1) = 52 \frac{\mathbf{horas}}{\mathbf{semana}}$$

Mueble Garay 321

$$\mathbf{Producción} = \frac{52 * 60 * 60}{27\ 930,7} = 6,70 \equiv 7 \text{ unidades a la semana}$$

Mueble Terciopelo 321

$$\mathbf{Producción} = \frac{52 * 60 * 60}{22\ 546,7} = 8,30 \equiv 9 \text{ unidades a la semana}$$

Mueble Modular 321

$$\mathbf{Producción} = \frac{52 * 60 * 60}{22\ 577,3} = 8,29 \equiv 9 \text{ unidades a la semana}$$

El redondeo utilizado para esta operación es el redondeo hacia el número mayor, debido a que se está hablando de unidades de producto las cuales no pueden quedar hecho a medias.

Productividad de un solo factor

La productividad de un solo factor indica el cociente entre los bienes y servicios producidos y un cierto recurso utilizado en su producción, en este caso la productividad se calculó en base a las unidades producidas (output) y el recurso del tiempo (horas – input). Se tomó los tiempos de ciclo para el cálculo.

$$\mathbf{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo utilizado}}$$

Mueble Garay 321

$$\mathbf{Productividad} = \frac{1 \text{ juego}}{7,76 \text{ horas}} = 0,13 \text{ juegos de Mueble Garay 321/hora}$$

Mueble Terciopelo 321

$$\mathbf{Productividad} = \frac{1 \text{ juego}}{6,26 \text{ horas}} = 0,16 \text{ juegos de Mueble Terciopelo 321/hora}$$

Mueble Modular 321

$$\mathbf{Productividad} = \frac{1 \text{ juego}}{6,27 \text{ horas}} = 0,16 \text{ juegos de Mueble Modular 321/hora}$$

Este indicador nos permite evaluar cómo está la empresa actualmente, dado que en la actualidad no cumplen con sus pedidos, se podría decir que la empresa tiene una productividad baja y necesita incrementarla para mejorar la situación de sus pedidos no entregados.

Capacidad de planta

La capacidad de la planta se determinó en base al registro histórico de producción de la empresa y se tomó como la capacidad efectiva al valor máximo producido mensualmente dentro del periodo de evaluación y la capacidad real se determinó del promedio de la producción mensual del mismo periodo. Se elaboró el registro de producción realizada en el periodo de enero a diciembre del 2016 y 2017, esta información se muestra en la tabla 20.

Tabla 20 Registro de producción de todos los productos

Mes	Producción		Unidad
	2016	2017	
Enero	26	22	Juego de muebles
Febrero	26	10	Juego de muebles
Marzo	14	20	Juego de muebles
Abril	16	13	Juego de muebles
Mayo	35	7	Juego de muebles
Junio	25	32	Juego de muebles
Julio	43	22	Juego de muebles
Agosto	21	16	Juego de muebles
Septiembre	18	21	Juego de muebles
Octubre	16	19	Juego de muebles
Noviembre	29	34	Juego de muebles
Diciembre	44	39	Juego de muebles

Fuente: Ingenia Muebles

Del registro histórico de producción se toma la capacidad efectiva de la empresa como 44 juegos de muebles mensuales, este dato corresponde a la producción del mes de diciembre del 2016 que es la más alta registrada.

La producción real de la planta se calculó del promedio de todos los meses registrados y se obtuvo como valor 24 juegos de muebles mensuales.

$$\textit{Capacidad efectiva} = 44 \text{ juegos de } \frac{\textit{muebles}}{\textit{mes}}$$

$$\textit{Capacidad real} = 24 \text{ juegos de } \frac{\textit{muebles}}{\textit{mes}}$$

Eficiencia de Planta

Con los datos hallados anteriormente se calculará la eficiencia de toda la planta.

$$\textit{Eficiencia} = \frac{\textit{capacidad real}}{\textit{capacidad efectiva}}$$

$$\textit{Eficiencia} = \frac{24 \text{ juegos/mes}}{44 \text{ juegos/mes}} \times 100$$

$$\textit{Eficiencia} = 54,54\%$$

La eficiencia de la planta es del 54,54% lo que quiere decir que la empresa tiene capacidad ociosa del 45,46%.

3.2.7. Análisis de la información

La empresa Ingenia Muebles trabaja bajo la orden de pedidos de producción y su planificación es empírica y como consecuencia a veces no logra entregar todos sus pedidos debido a falta de materiales para cumplir con ellos y/o, en meses donde la demanda aumenta, por falta de mano de obra. Estas cantidades de pedidos no entregados generan a la empresa montos significativos de ingresos no percibidos, de ser corregido el problema

sería un aporte económico para el crecimiento de la empresa. Durante el 2016 y el 2017 llegó a registrar ingresos no percibidos por la suma de S/.57 480, 00.

En el diagrama de recorrido elaborado (ver figura 5), se evidencia que existen muchos cruces en el proceso de producción, además que existen telas almacenadas en el segundo piso del inmueble (figura 1), lo cual conlleva a que existan tiempos por desplazamientos innecesario, estos tiempos se muestran en los cursogramas elaborados para cada producto (figuras 10, 11 y 12), donde se obtuvo que se utiliza 376 segundos en traslados de los materiales para el proceso.

Actualmente la eficiencia física del proceso es de 78% para los Muebles Garay 321, 80% Terciopelo 321 y 79% Modular 321, lo que quiere decir que existe una pérdida de aproximadamente 21% de materia prima en las actividades de corte, lo cual origina pérdida económica asumida por la empresa ya que esta merma no es utilizada para otro fin, los residuos son llevados por los mismos operarios. Así mismo, la eficiencia económica es baja para cada producto perteneciente a la categoría A, para el Mueble Garay 321 la ganancia es de 62,8 soles por unidad, para el Mueble Terciopelo 321 es 44 soles y para el Mueble Modular 321 su ganancia es 86,62 soles por unidad.

Del número de observaciones tomadas para el tiempo de cada operación, se determinó que el cuello de botella del proceso se encuentra en la etapa de armado de estructura, en la actividad de corte 1 con un tiempo de 8 101,3 segundos para la fabricación de un mueble Garay 321; 7 38,3 segundos para el mueble Terciopelo 321 y 7 323,7 segundos para el mueble Modular 321. Son estos tiempos los que marcan el ritmo de producción de la empresa y en base a estos y las horas semanales que se deberían trabajar se calculó la producción, como resultados se obtuvo que la empresa debería producir 7 juegos de muebles por semana del tipo Garay 321, 9 de Terciopelo 321 y 9 juegos de muebles de Modular 321, sin embargo, su producción real está por debajo de estos valores.

Finalmente se calculó la capacidad de planta de acuerdo al registro histórico de producción (tabla 20), la cual se obtuvo que la capacidad efectiva es de 44 juegos de muebles al mes, pero su capacidad real corresponde al promedio del registro histórico la cual resulta 24 juegos de muebles mensuales, se busca que con la aplicación de las

herramientas de planificación, los valores de su capacidad real aumenten para que la empresa pueda aumentar la cantidad de productos atendidos y sus utilidades.

Respecto a la eficiencia de planta se obtuvo que es de 54,54% lo que quiere decir que el resto de su capacidad es ociosa. Pero la empresa se encuentra en la capacidad de producir más de lo que se está haciendo actualmente, un factor limitante en la eficiencia de la planta es que la política de trabajo no se cumple, es decir, los operarios no cumplen siempre con las 8 horas diarias de trabajo y esto debido a que solo se limitan a cumplir con la actividad programada para ese día, cabe mencionar que la forma de pago de los trabajadores es de acuerdo a la producción.

En conclusión, del diagnóstico realizado a la empresa Ingenia Muebles, el incumplimiento de los pedidos de producción es el principal problema y se debe a que no existe una correcta planificación de la producción y como consecuencia existe desabastecimiento de materiales en algunas ocasiones, no existe una política de trabajo definida para los operarios, es decir, trabajan a destajo y en ocasiones la mano de obra es insuficiente para cubrir con la producción requerida, existen cruces en proceso y tiempos de traslado innecesarios, debido a una mala distribución de planta además de desorden en el área de trabajo que genera ineficiencia.

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

3.3.1. Problema, causas y propuestas de solución en el sistema de producción

a. Problema de producción N° 1: Tiempos de traslado innecesarios

Causas posibles: se debe básicamente a una mala distribución de áreas de trabajo en la empresa, cruces de actividades que se evidencia en el diagrama de recorrido, desorden en las áreas de trabajo, acumulación de residuos y producto en proceso que reducen los espacios de trabajo.

Propuesta de solución: utilizar la metodología SLP (Systematic Layout Planning) para redistribuir las áreas que conforman la empresa que permita organizar el proceso de planificación total y en conjunto con el sistema JIT reducir los desperdicios por desplazamiento y los cruces en el proceso. Para ello, primero se estandarizarán los tiempos de producción y en base a los nuevos datos obtenidos se redistribuirán las áreas de trabajo.

b. Problema de solución N° 2: Pedidos de producción no entregados

Causas posibles: este representa el principal problema en la empresa y se debe a la falta de un sistema de planificación y control de la producción, a la carencia de un plan de abastecimiento de materia prima e insumos, inexistencia de una política de trabajo para los operarios e insuficiente mano de obra.

Propuesta de solución: realizar un pronóstico de la demanda para saber la cantidad a producir en el futuro y, en base a esos datos, implementar un sistema de planificación de la producción que incluya elaborar un plan agregado de producción, el cual permitirá determinar la cantidad óptima de recursos tanto de tiempo como humano, necesarios para cumplir con la demanda proyectada, además servirá de base para el desarrollo del plan de requerimiento de materiales (MRP). Conjuntamente con las herramientas de planificación de producción se propone la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing como el Just in Time (JIT) y Heijunka para nivelar la producción y producir lo necesario en el momento que se necesita.

3.4. EVALUAR LAS HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

Para poder evaluar las herramientas de ingeniería de una manera más eficaz se consideró importante realizar la matriz de ponderación de problemas, la cual permite evaluar la importancia que tiene un criterio respecto de otro y determinar así cuál de todos tiene mayor importancia para la solución del problema general.

Se estableció valores para la comparación de cada criterio según la escala tomada por Vilar et al [26]:

- 1: igualdad en importancia/ preferencia
- 2: mayor importancia/ preferido
- 5: significativamente más importante/ preferido

Los criterios evaluados en la siguiente matriz (tabla 21) se establecieron en base al análisis de la información realizada en el punto anterior, de acuerdo a los datos obtenidos en todo el diagnóstico de la empresa.

Tabla 21 Matriz de valorización

CRITERIOS N°		1	2	3	4	SUMA	PONDERACIÓN	
1	Planificación empírica		2	2	2	6	0,40	40%
2	Tiempos de traslado innecesarios	1		1	1	3	0,20	20%
3	Falta de personal	1	1		1	3	0,20	20%
4	Incumplimiento de horarios	1	1	1		3	0,20	20%
TOTAL						15	1	100%

De la matriz se obtiene que el origen del problema de mayor importancia es la planificación empírica, la importancia de este criterio tiene un porcentaje del 40% respecto de los otros mientras que los demás criterios tienen la misma importancia de 20%.

Para seleccionar la mejor herramienta que ayude con la solución del problema más importante, ya identificado, se elaboró la matriz de ponderación en donde se evaluará cada herramienta de la tabla 22 y a través de puntajes se elegirá una o más de ellas.

Tabla 22 Herramientas propuestas para la evaluación

Herramientas	Características	Relación en la investigación
PAP	Plan de producción	✓
	N° de operarios necesarios	✓
	Cantidad y tipo de productos	✓
	Inventario disponible	X
	N° de horas necesarias	✓
	Necesidad de tercerizar	X
MRP	Gestión de inventarios	X
	Pedidos de reabastecimiento	X
	Cantidad de recursos materiales	✓
	Planifica actividad de fabricación	✓
	Planifica actividad de compra	✓
	Planifica actividad de entrega	✓
JIT	Reduce actividades que no agregan valor (desperdicio)	X
	Entrega a tiempo de productos	✓
	Produce lo necesario	✓
	Busca mantener el mínimo inventario	X
	Aumenta la calidad	✓
	Aumenta eficiencia de la planta	X
	Reduce el tiempo de espera	✓
	Estandariza tiempos	✓
	Producción por lote igual a 1 unidad	✓
	Se centra en la demanda	✓
Flujo de producción nivelado	✓	
SLP	Organiza el proceso	X
	Visualiza las relaciones existentes entre las etapas del proceso	X
	Movimiento de materiales a distancias mínimas	✓
	Utilización efectiva de todo el espacio	✓
	Flexibilidad en la ordenación	X
	Evita los cruces en el proceso	✓

Se determinó una escala de importancia para la evaluación de las herramientas donde:

Tabla 23 Escalas de importancia

CONDICIÓN	ESCALA
Muy importante	3
Importante	2
Poco importante	1
Nada importante	0

En base a la escala de la tabla 22 se asignó un valor para cada criterio respecto a cada herramienta y los resultados se muestran en la tabla 24.

Tabla 24 Matriz de asignación de puntajes

CRITERIOS	HERRAMIENTAS			
	PAP	MRP	JIT	SLP
Planificación empírica	3	3	2	0
Tiempos de traslado innecesarios	1	0	3	3
Falta de personal	2	0	1	0
Incumplimiento de horarios	2	0	2	0

Con los puntajes asignados a cada herramienta se calculó el valor para cada una de ellas que resulta de la multiplicación de la ponderación de cada criterio con el puntaje asignado a cada herramienta, los valores obtenidos se muestran en la tabla 25.

Tabla 25 Matriz de ponderación

CRITERIOS	PONDERACIÓN	HERRAMIENTAS			
		PAP	MRP	JIT	SLP
Planificación empírica	40%	1,20	1,20	0,80	0,00
Tiempos de traslado innecesarios	20%	0,20	0,00	0,60	0,60
Falta de personal	20%	0,40	0,00	0,20	0,00
Incumplimiento de horarios	20%	0,40	0,00	0,40	0,00
TOTAL	100%	2,20	1,20	2,00	0,60

La herramienta más importante según la matriz de ponderación es la planeación agregada de producción (PAP) y el sistema Just in Time (JIT).

Después de evaluar las herramientas de planificación para la propuesta, se elaboró un cuadro para establecer si existe relación entre las herramientas y los problemas de planificación empírica, de acuerdo a lo que se puede lograr con cada herramienta. En la tabla 26 se muestra los resultados.

Tabla 26 Relación de problemas con herramientas

HERRAMIENTAS	MRP	SLP	JIT	PAP
Planificación empírica				
Plan de producción	✓	X	✓	✓
Tiempos requeridos de producción	X	X	X	✓
Número de operarios	X	X	✓	✓
Recursos materiales	✓	X	✓	✓
Distribución de planta				
Tiempos de traslado innecesarios	X	✓	✓	X
Cruces en el proceso	X	✓	X	X

Como se muestra en la tabla 26, las herramientas de PAP y JIT abarcan la mayoría de los problemas que trae consigo la planificación empírica, estas herramientas buscan cumplir con la

demanda de una manera más eficiente y optimizando los recursos como la materia prima y el tiempo, eliminando desperdicios de tiempos e inventarios.

3.5. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION

3.5.1. Desarrollo de mejoras

Teniendo en cuenta que la empresa no solo presenta problemas de planificación de la producción sino también de redistribución de áreas de trabajo, se consideró primero ordenar las áreas de la empresa siguiendo la metodología SLP y Güerchet para que, posteriormente, se pueda aplicar las herramientas de planificación de la producción y darle solución al problema principal de los pedidos no entregados.

3.5.1.1. Redistribución de planta

Como se mencionó anteriormente, la empresa utiliza tiempos de traslado innecesarios debido a que parte de la materia prima, en este caso, las telas para tapizado, se encuentran en el segundo piso, afuera de la oficina administrativa, en un pasadizo alejado del área de producción. Es por ello que se propuso redistribuir la planta utilizando la metodología SLP.

Matriz triangular relacional

Como primer paso se construyó la matriz triangular para relacionar cada área de la empresa según su importancia y en base al resultado realizar el diagrama relacional de actividades.

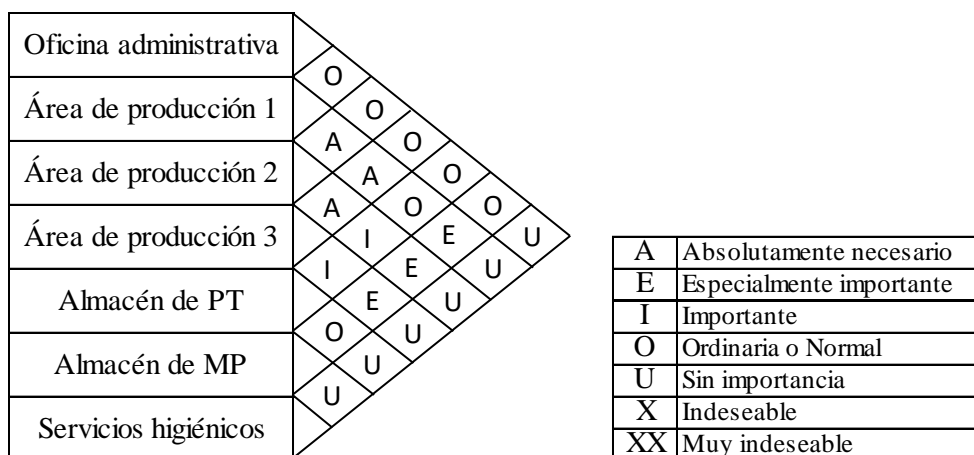


Figura 14 Matriz triangular relacional

Diagrama relacional de actividades

El diagrama muestra la relación de actividades y la proximidad entre cada una de ellas de acuerdo a las áreas de la empresa, busca conseguir distribuciones en que las actividades con mayor flujo estén lo más cerca posible

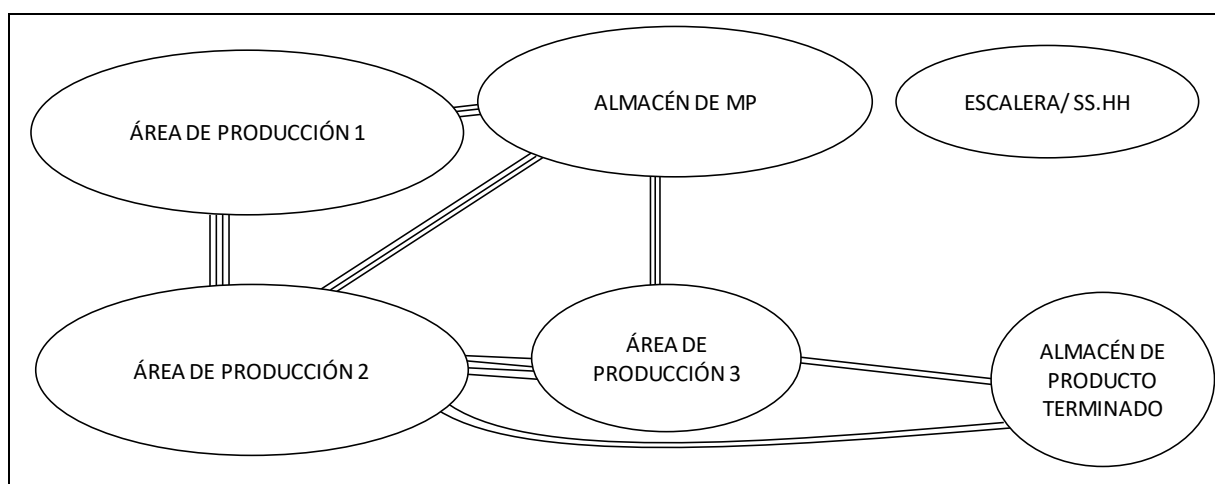


Figura 15 Diagrama relacional de actividades

Método de Güerchet

Este método se realizó para determinar la superficie de las áreas de producción de la empresa. Para los cálculos de las áreas, se consideró como un elemento fijo al producto en proceso, esto debido a que la empresa tiene como una política el almacenamiento de estructura de madera para 1 juego de mueble Garay 321 y las estructuras son apiladas una sobre otra formando una

columna que alcanza los 2,2 metros. A continuación, se muestra una tabla resumen de los cálculos obtenidos para cada área, los valores a detalle de cada área se pueden observar en las tablas 28, 29, 30, 31 y 32.

1. Definición de áreas

ÁREAS	SUPERFICIE (m²)
Área de Producción 1	38,72
Área de producción 2	20,63
Área de producción 3	20,63
Almacén de MP	22,69
almacén de PT	12,38
TOTAL	115,05

2. Parámetros de cálculo

Tabla 27 Parámetros de cálculos para áreas

Parámetro	Descripción
n	Cantidad de elemento requeridos
N	Número de lados utilizados
SS	Superficie estática = largo x ancho
SG	Superficie de gravitación = SS x N
K	Coefficiente de superficie evolutiva = 0,5 x (hm/hf)
hm	Altura promedio de elementos móviles
hf	Altura promedio de elementos fijos
SE	Superficie de evolución = K x (SS + SG)
ST	Superficie total = n x (SS + SG + SE)

El coeficiente de superficie evolutiva se calculó de la siguiente manera:

$$K = 0,5 \frac{hm}{hf}$$

Donde

- Hm: es la altura promedio de los operarios
- Hf: es la altura media de maquinaria o muebles

$$K = 0,5 \frac{1,65}{2,2}$$

$$K = 0,375$$

3. Cálculo de superficie para las áreas de la empresa

Tabla 28 Estimación de área de producción 1

Elemento	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	SS	SG	Altura (h)	SE	S	ST
Elementos móviles										
Operarios	2		0,5	1	0,5	0	1,65			
Elementos fijos										
Producto en proceso	4	3	1,5	1	1,5	4,5	2,2	2,25	8,25	33
Mesa de Trabajo	1	1	1,8	0,6	1,08	1,08	1	0,81	2,97	2,97
Sierra eléctrica	2	1	1	0,5	0,5	0,5	1	0,375	1,375	2,75
									Superficie total m²	38,72

Tabla 29 Estimación de área de producción 2

Elemento	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	SS	SG	Altura (h)	SE	S	ST
Elementos móviles										
Operarios	2		0,5	1	0,5	0	1,65			
Elementos Fijos										
Producto en proceso	2	4	1,5	1	1,5	6	1,3	2,81	10,31	20,63
									Superficie total m²	20,63

Tabla 30 Estimación de área de producción 3

Elemento	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	SS	SG	Altura (h)	SE	S	ST
Elementos móviles										
Operarios	2		0,5	1	0,5	0	1,65			
Elementos Fijos										
Producto en proceso	2	4	1,5	1	1,5	6	1,3	2,81	10,31	20,63
									Superficie total m²	20,63

Tabla 31 Estimación de almacén de materia prima

Elemento	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	SS	SG	Altura (h)	SE	S	ST
Elementos móviles										
operarios	2		0,5	1	0,5	0	1,65			
Elementos Fijos										
Producto en proceso	2	4	1,5	1	1,5	6	1,3	2,81	10,31	20,63
Máquina de coser	1	2	1	0,5	0,5	1	0,75	0,56	2,06	2,06
									Superficie total m²	22,69

Tabla 32 Estimación de almacén de producto terminado

Elemento	n	N	Largo (L)	Ancho (L)	SS	SG	Altura (h)	SE	S	ST
Elementos Fijos										
Muebles	2	2	1,5	1	1,5	3	2	1,69	6,19	12,38
									Superficie total m²	12,38

4. Estimación de medidas para las áreas calculadas

Tabla 33 Medida de las áreas

ÁREAS	LARGO (m)	ANCHO (m)	SUPERFICIE (m ²)
Área de Producción 1	11	3,5	38,5
Área de producción 2	10	2,5	25
Área de producción 3	9,5	2,5	23,75
Almacén de MP	8	3	24
almacén de PT	4,5	2,5	11,25
TOTAL			122,5

Con los datos obtenidos del Güerchet, finalmente se propuso una nueva distribución de planta con el recorrido según el resultado de la metodología SLP, el cual se muestra en la figura 16.

En el nuevo diagrama de recorrido se puede apreciar que ya no existen cruces como en la actualidad, además las telas que se encontraban en el segundo piso, ahora se encuentran en el primero junto al resto de áreas de producción, lo que va a permitir reducir los recorridos que se hacen actualmente.

La nueva distribución de las áreas tiene una disposición de trabajo en forma de U, lo que facilita el traslado de materiales hasta el producto terminado, reduciendo desplazamientos innecesarios.

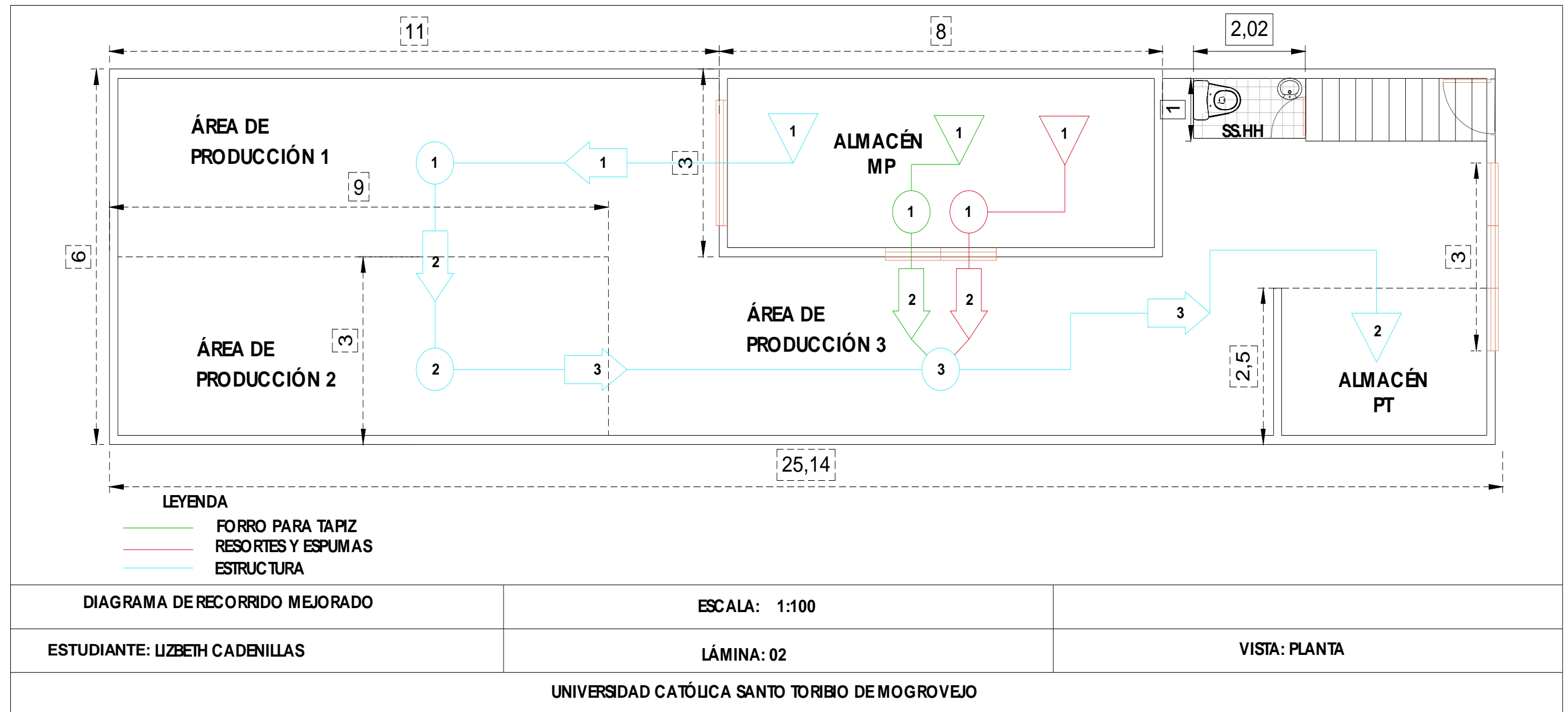


Figura 16 Nuevo diagrama de recorrido

3.5.1.2. Estandarización

Una vez redistribuido las áreas de la empresa, se realizó un estudio de tiempos de acuerdo al número de observaciones que se requiere para el proceso según la tabla de General Electric (anexo 3) y con esos resultados se estandarizarán los tiempos. En la tabla 18 se muestran los tiempos promedios obtenidos de la medición para cada producto. El factor de calificación que se usó es del 82%, este valor se determinó de acuerdo al criterio del observador y considerando los valores de calificación de nivelación del sistema Westinghouse. Con estos datos, a continuación, se hallará el tiempo normal para la primera actividad de cada producto:

$$\mathbf{Tiempo\ normal = tiempo\ promedio \times factor\ de\ calificación}$$

Actividad 1: Corte 1 en segundos

$$Tiempo\ normal\ (Garay\ 321) = 8\ 101,3 \times 0,82 = 6\ 642,07\ s$$

$$Tiempo\ normal\ (Modular\ 321) = 7\ 323,3 \times 0,82 = 6\ 005,11\ s$$

$$Tiempo\ normal\ (Terciopelo\ 321) = 7\ 318,3 \times 0,82 = 6\ 001,006\ s$$

Con los datos del tiempo normal, ahora se hallará el tiempo estándar el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Tiempo\ estándar = \frac{tiempo\ normal}{1 - factor\ de\ suplementos}}$$

Los suplementos por descanso tomados para el cálculo del tiempo estándar en este proceso de producción se muestran en la tabla 34:

Tabla 34 Suplementos por descanso

Suplemento por descanso		Valor
A	Necesidades personales	5
B	Básico por fatiga	4
C	Trabajo de pie	2
D	Postura incómoda (inclinado)	2
E	Uso de la fuerza o energía muscular	5
F	Ruido intermitente y fuerte	2
G	Monotonía física	2

Fuente: Introducción al estudio de trabajo OIT

Para la actividad de corte 1, se consideraron los suplementos A, B, C, F y G, con ellos se calculó el tiempo estándar y los datos se muestran a continuación:

$$Tiempo\ estándar\ (Garay\ 321) = \frac{6\ 642,07}{1 - 0,15} = 7\ 815,2\ s$$

$$Tiempo\ estándar\ (Modular\ 321) = \frac{6\ 005,11}{1 - 0,15} = 7\ 065,007\ s$$

$$Tiempo\ estándar\ (Terciopelo\ 321) = \frac{6\ 001,006}{1 - 0,15} = 7\ 060,84\ s$$

Siguiendo la misma metodología se calcula el tiempo estándar para cada actividad desarrollada en la fabricación de los 3 productos. Los tiempos estándar para cada producto se muestran en las tablas 35, 36 y 37.

Una vez hallado el tiempo estándar para cada actividad, se hallará el nuevo tiempo de fabricación de cada producto y con base a esos nuevos tiempos se elaborará el plan de producción a seguir con la herramienta de PAP.

Tabla 35 Tiempos estándar para el mueble Garay 321

Actividad	Tiempo promedio (s)	Factor de calificación	Tiempo normal (s)	Suplemento por descanso							Tiempo estándar (s)
				A	B	C	D	E	F	G	
Corte 1	8 101,3	0,82	6 643,09	5	4	2	0	0	2	2	7 815,404
Corte 2	3 244,7	0,82	2 660,63	5	4	2	0	0	2	2	3 130,149
Destajado	1 318,0	0,82	1 080,76	5	4	2	0	0	2	2	1 271,482
Pegado y ensamblado	2 276,7	0,82	1 866,87	5	4	2	2	0	0	2	2 196,314
Verificación	62,0	0,82	50,84	5	4	2	2	5	0	2	63,550
Colocación de resortes	1 680,0	0,82	1 377,60	5	4	2	2	0	0	2	1 620,706
Forrado de base	855,7	0,82	701,65	5	4	2	2	0	0	2	825,467
Colocación de espuma	871,7	0,82	714,77	5	4	2	2	0	0	2	840,902
Inspección	32,3	0,82	26,51	5	4	2	2	5	0	2	33,142
Tapizado	7 676,0	0,82	6 294,32	5	4	2	2	5	0	2	7 867,900
Embalaje	1 812,3	0,82	1 486,11	5	4	2	2	0	0	2	1 748,369
TOTAL											27 413,384

Tabla 36 Tiempos estándar para el mueble Modular 321

Actividad	Tiempo promedio (s)	Factor de calificación	Tiempo normal (s)	Suplemento por descanso							Tiempo estándar (s)
				A	B	C	D	E	F	G	
Corte 1	7 323,67	0,82	6 005,41	5	4	2	0	0	2	2	7 065,184
Corte 2	2 400,33	0,82	1 968,27	5	4	2	0	0	2	2	2 315,616
Destajado	843,00	0,82	691,26	5	4	2	0	0	2	2	813,247
Pegado y ensamblado	1 501,33	0,82	1 231,09	5	4	2	2	0	0	2	1 448,345
Verificación	59,67	0,82	48,93	5	4	2	2	5	0	2	61,158
Colocación de resortes	1 144,67	0,82	938,63	5	4	2	2	0	0	2	1 104,267
Forrado de base	815,00	0,82	668,30	5	4	2	2	0	0	2	786,235
Colocación de espuma	720,00	0,82	590,40	5	4	2	2	0	0	2	694,588
Inspección	30,67	0,82	25,15	5	4	2	2	5	0	2	31,433
Tapizado	5 938,00	0,82	4 869,16	5	4	2	2	5	0	2	6 086,450
Embalaje	1 801,33	0,82	1 477,09	5	4	2	2	0	0	2	1 737,757
TOTAL											22 144,281

Tabla 37 Tiempos estándar para el mueble Terciopelo 321

Actividad	Tiempo promedio (s)	Factor de calificación	Tiempo normal (s)	Suplemento por descanso							Tiempo estándar (s)
				A	B	C	D	E	F	G	
Corte 1	7 318,33	0,82	6 001,03	5	4	2	0	0	2	2	7 060,039
Corte 2	2 583,33	0,82	2 118,33	5	4	2	0	0	2	2	2 492,157
Destajado	841,67	0,82	690,17	5	4	2	0	0	2	2	811,961
Pegado y ensamblado	1 801,67	0,82	1 477,37	5	4	2	2	0	0	2	1 738,078
Verificación	58,33	0,82	47,83	5	4	2	2	5	0	2	59,792
Colocación de resortes	1 141,00	0,82	935,62	5	4	2	2	0	0	2	1 100,729
Forrado de base	812,00	0,82	665,84	5	4	2	2	0	0	2	783,341
Colocación de espuma	702,67	0,82	576,19	5	4	2	2	0	0	2	677,867
Inspección	31,67	0,82	25,97	5	4	2	2	5	0	2	32,458
Tapizado	5 458,67	0,82	4 476,11	5	4	2	2	5	0	2	5 595,133
Embalaje	1 797,33	0,82	1 473,81	5	4	2	2	0	0	2	1 733,898
TOTAL											22 085,454

Para que el proceso llegue a cumplir el tiempo estándar, es importante que exista una adecuada limpieza en el área de trabajo, que les permita a los operarios contar con herramientas, utensilios de trabajo o materiales/insumos a la mano y así agilizar el proceso, de lo contrario será imposible estandarizar el proceso, es decir se recomienda la aplicación de las 5's.

Los nuevos tiempos de producción se muestran en la tabla 38, estos valores se compararon con los tiempos actuales y la variación se muestra en la tabla 39, de los cuales los tiempos disminuyeron en 2% aproximadamente para cada producto.

Tabla 38 Nuevos tiempos de producción propuestos

Etapa	Actividades	Nuevos tiempos de producción		
		Garay 321 (s)	Terciopelo 321 (s)	Modular 321 (s)
Armado de la estructura	Corte 1	7 815,404	7 060,039	7 065,184
	Corte 2	3 130,149	2 492,157	2 315,616
	Destajado	1 271,482	811,961	813,247
	Pegado y ensamblado	2 196,314	1 738,078	1 448,345
	Verificación	63,550	59,792	61,158
Colocación de resortes y espumas	Colocación de resortes	1 620,706	1 100,729	1 104,267
	Forrado de base	825,467	783,341	786,235
	Colocación de espuma	840,902	677,867	694,588
	Inspección	33,142	32,458	31,433
Tapizado		7 867,900	5 595,133	6 086,450
Embalaje		1 748,369	1 733,898	1 737,757
Total		27 413,384	22 085,454	22 144,281

Tabla 39 Variación de tiempos

Producto	Tiempo actual	Tiempo estándar	Reducción
Garay 321	27 930,7	27 413,384	1,8%
Modular 321	22 577,3	22 144,281	1,9%
Terciopele 321	22 546,7	22 085,454	2%

3.5.1.3. Planeación agregada

Como propuesta de mejora para la solución del problema, se tiene la elaboración del plan de producción, para ello se hizo un pronóstico de la demanda para el periodo de junio a diciembre del 2018 y enero a diciembre del 2019.

El pronóstico de la demanda se realizó teniendo en cuenta el registro histórico de producción de la empresa, para ello se utilizó el método de suavizamiento exponencial, el cual, permite realizar pronósticos más precisos debido a que es un modelo exponencial, además, no requiere de grandes volúmenes de datos históricos y es flexible, ya que, le da más importancia a la demanda más reciente.

Para realizar este método se consideró un valor de α igual a 0,4 debido a que se usaron los registros más recientes. El plan de producción que se realizará en los siguientes 19 meses, considerando la proyección, se muestra en la tabla 40.

Tabla 40 Plan de producción por producto

Mes	Garay 321		Modular 321		Terciopelo 321	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Enero	-	11	-	11	-	10
Febrero	-	9	-	10	-	9
Marzo	-	8	-	8	-	7
Abril	-	8	-	6	-	6
Mayo	-	6	-	7	-	6
Junio	4	7	3	5	4	6
Julio	8	5	6	5	5	5
Agosto	8	4	7	4	4	6
Septiembre	7	6	6	4	3	5
Octubre	8	5	6	5	4	6
Noviembre	9	7	6	6	6	5
Diciembre	11	6	7	6	6	6

Con los datos de las tablas 38 y 40, teniendo ya el plan de producción a seguir para los siguientes 19 meses, se elaboró un plan agregado de producción para determinar el número de horas requeridas para cumplir con la demanda de cada tipo de producto y la cantidad de operarios necesarios para la producción. Debido a que actualmente no existe una política de trabajo definida en la empresa, se consideró trabajar un turno de 4 horas de trabajo diaria.

El plan agregado de producción se muestra en la tabla 41 y de los resultados se tiene que, en una situación ideal, el trabajo de un turno de 4 horas diarias es suficiente para satisfacer la demanda proyectada de cada producto, además, cada mes se necesitaría solo 1 operario en el proceso productivo a excepción de los meses de diciembre, enero y febrero de ambos años en los cuales si requiere la labor de un operario más en el proceso. Con estos requerimientos de tiempo y recurso humano a la empresa aún le sobra tiempo para poder cumplir con cualquier solicitud de pedido que resulte fuera de lo estimado, pudiendo extender además su jornada de producción a 6 u 8 horas al día, dependiendo de la demanda.

Dado que la planeación agregada muestra una solución óptima para cumplir con los planes de producción, el necesitar de máximo dos operarios en el proceso productivo (según la tabla 41) es una situación ideal, ya que, por las características del trabajo, en la vida real y en la práctica eso no se cumple, por ello, se necesitan más operarios en el proceso debido a la especialidad del trabajo porque son actividades que están en constante repetición. Además, en la actualidad los operarios con los que cuenta la empresa no son polivalentes y por ser una actividad que requiere mucho esfuerzo humano, se requieren de más de dos operarios en el proceso.

Para contrastar este resultado, se balanceará las estaciones de trabajo, lo cual nos va a permitir ver cuantos operarios requiere el proceso según lo obtenido en el balance.

Tabla 41 Plan agregado de producción para junio a diciembre del 2018 y enero a diciembre del 2019

Año	Mes	Garay 321		Modular 321		Terciopelo 321		Horas Mes	N° trabajadores
		Demanda	H. R. Producción	Demanda	H.R. Producción	Demanda	H. R. Producción		
2018	Junio	4	30,67	3	18,39	4	24,48	116	1
	Julio	8	61,34	6	36,78	5	30,60	116	1
	Agosto	8	61,34	7	42,91	4	24,48	120	1
	Septiembre	7	53,67	6	36,78	3	18,36	120	1
	Octubre	8	61,34	6	36,78	4	24,48	120	1
	Noviembre	9	69,01	6	36,78	6	36,72	116	1
	Diciembre	11	84,34	8	49,04	7	42,84	112	2
2019	Enero	11	84,34	10	61,30	9	55,08	116	2
	Febrero	9	69,01	10	61,30	9	55,08	112	2
	Marzo	8	61,34	8	49,04	7	42,84	124	1
	Abril	8	61,34	6	36,78	6	36,72	112	1
	Mayo	6	46,00	7	42,91	6	36,72	120	1
	Junio	7	53,67	5	30,65	6	36,72	112	1
	Julio	5	38,34	5	30,65	5	30,60	116	1
	Agosto	4	30,67	4	24,52	6	36,72	120	1
	Septiembre	6	46,00	4	24,52	5	30,60	120	1
	Octubre	5	38,34	5	30,65	6	36,72	120	1
	Noviembre	7	53,67	6	36,78	5	30,60	116	1
	Diciembre	9	69,01	8	49,04	8	48,96	112	1

3.5.1.4. Balance de estaciones de trabajo

A continuación, se muestran las etapas del proceso productivo con la distribución de los 4 operarios actuales con los que cuenta la empresa y la carga de trabajo para cada uno de ellos. La carga de trabajo para cada operario se realizó con los tiempos de producción que requiere el mueble Garay 321 debido a que es el producto que tiene un tiempo de procesamiento mayor a los otros dos productos.

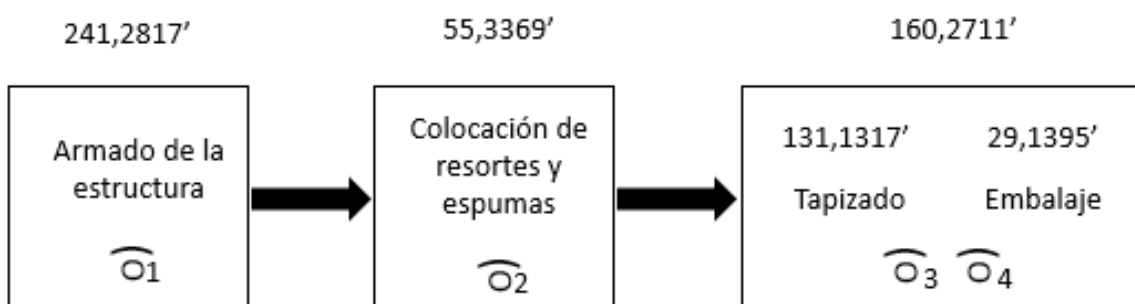


Figura 17 Distribución de operarios por etapa

Tiempo de ciclo total	456,8897'
Tiempo del primer operario	241,28'
Tiempo del segundo operario	55,34'
Tiempo del tercer operario	80,14'
Tiempo del tercer operario	80,14'

Carga de trabajo:

$$Carga\ operario\ 1 = \frac{241,28}{456,8897} \times 100 = 52,80\ \%$$

$$Carga\ operario\ 2 = \frac{55,34}{456,8897} \times 100 = 12,11\ \%$$

$$Carga\ operario\ 3 = \frac{80,14}{456,8897} \times 100 = 17,54\%$$

$$Carga\ operario\ 4 = \frac{80,14}{460,038} \times 100 = 17,54\%$$

Como se observa, el operario 1 es el que tiene mayor carga de trabajo, es por ello que se propone redistribuir a los operarios para reducir la carga del operario 1 y balancear las estaciones de trabajo. Para ello, se despliega cada etapa del proceso en actividades las cuales se muestran en la tabla 42:

Tabla 42 Proceso productivo por actividades

N°	Actividad	Tiempo (min)	Área de producción donde se desarrolla
1	Corte 1	130,257	Área de producción 1
2	Corte 2	52,169	
3	Destajado	21,191	
4	Pegado y ensamblado	36,605	
5	Verificación	1,059	
6	Colocación de resortes	27,012	Área de producción 2
7	Forrado de base	13,758	
8	Colocación de espuma	14,015	
9	Inspección	0,552	Área de producción 3
10	Tapizado	130,13	
11	Embalaje	29,139	
Total		456,89	

Para balancear la línea de trabajo, primero se hallará el Takt time, para ello se usará el dato de la tabla 20 del registro de producción, se tomará la producción del mes de diciembre del 2017.

Producción mensual = 39 juegos de muebles

Producción diaria = 1,393 \equiv 2 juegos de muebles

Jornada de trabajo diaria = 6 horas

$$Takt\ time = \frac{6\text{ horas}}{2\text{ unidades}} = 3 \frac{\text{horas}}{\text{unidad}} = 180\text{min/unidad}$$

Número de estaciones de trabajo

$$n = \frac{456,89\text{ min}}{180\text{ min}} = 2,53 \equiv 3$$

$$Ciclo\ real = \frac{456,89\text{ min}}{3} = 152,29\text{ min} \leq takt\ time$$

Teniendo en cuenta los resultados del balance, se tiene 3 estaciones de trabajo en toda la línea de producción, con un tiempo de ciclo real de 152,29 minutos. En base a los cálculos, se agruparon las actividades para formar los puestos de trabajo y la nueva agrupación se muestra en la figura 18. El operario 1 ahora se hará cargo solo de la actividad 1 y junto al operario 4, quien se hará cargo de las actividades 2, 3 y 11, pertenecerán a la estación de trabajo número 1. El operario 2 realizará las actividades 4, 5, 6, 7, 8 y 9; y el operario 3 la actividad 10.

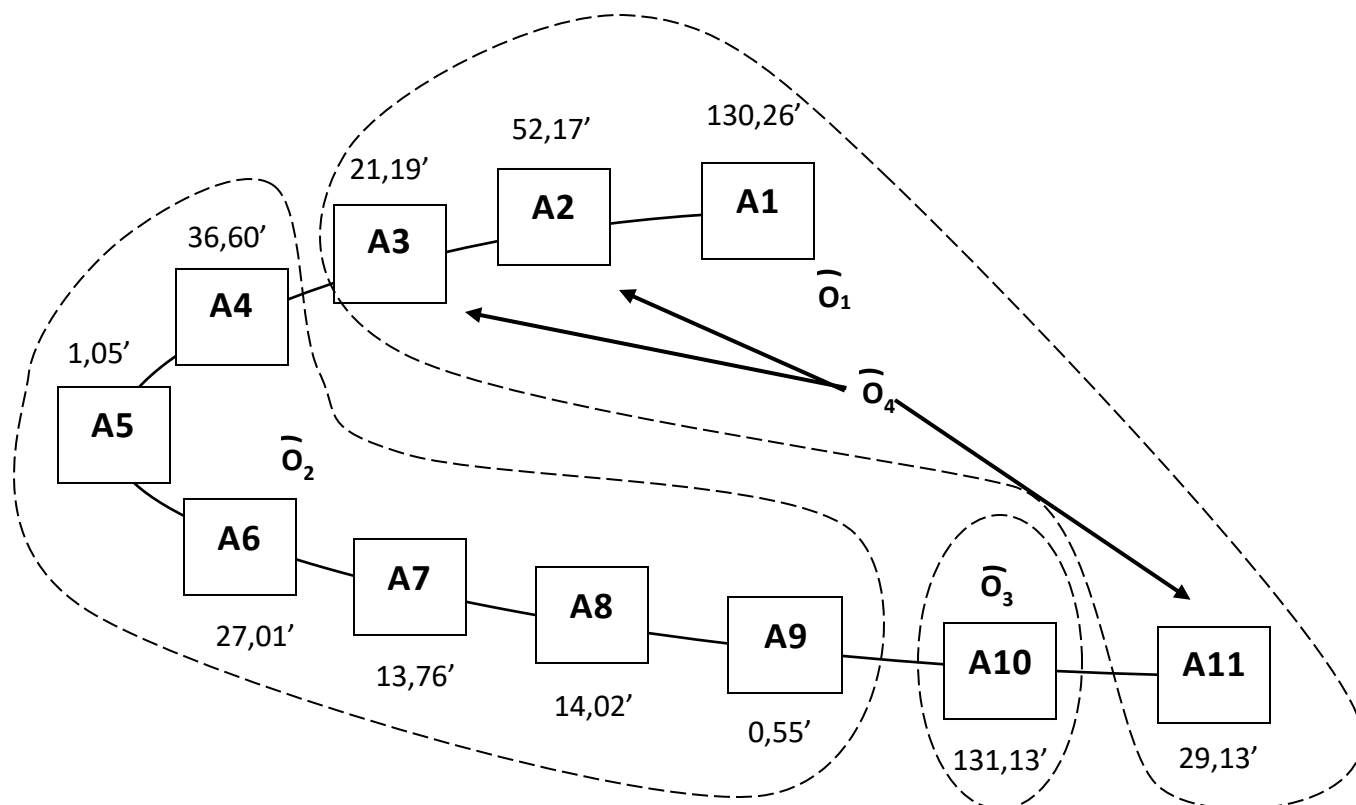


Figura 18 Balance de estaciones de trabajo

Entonces se calculará la nueva carga de trabajo de los operarios:

$$Carga\ operario\ 1 = \frac{130,26}{456,89} \times 100 = 28,51\%$$

$$Carga\ operario\ 2 = \frac{93,001}{456,89} \times 100 = 20,35\%$$

$$Carga\ operario\ 3 = \frac{131,13}{456,89} \times 100 = 28,7\%$$

$$Carga\ operario\ 4 = \frac{102,5}{456,89} \times 100 = 22,43\%$$

Con la nueva distribución de las tareas, la carga de trabajo para el operario 1 se redujo en 24,29% y se equilibró entre el resto de operarios. Esta reducción permitirá que el operario 1 tenga un mayor rendimiento y que el proceso se agilice. Además, si se les capacitara a los operarios para que sean polivalentes, el proceso mejoraría aún más ya que a los operarios 2 y 4, que tienen menos carga, se le podrían asignar otros tipos de tareas como ordenar el área de trabajo aplicando 5S y poder reducir los tiempos por búsqueda de herramientas y materiales o ayudar en pedidos extras.

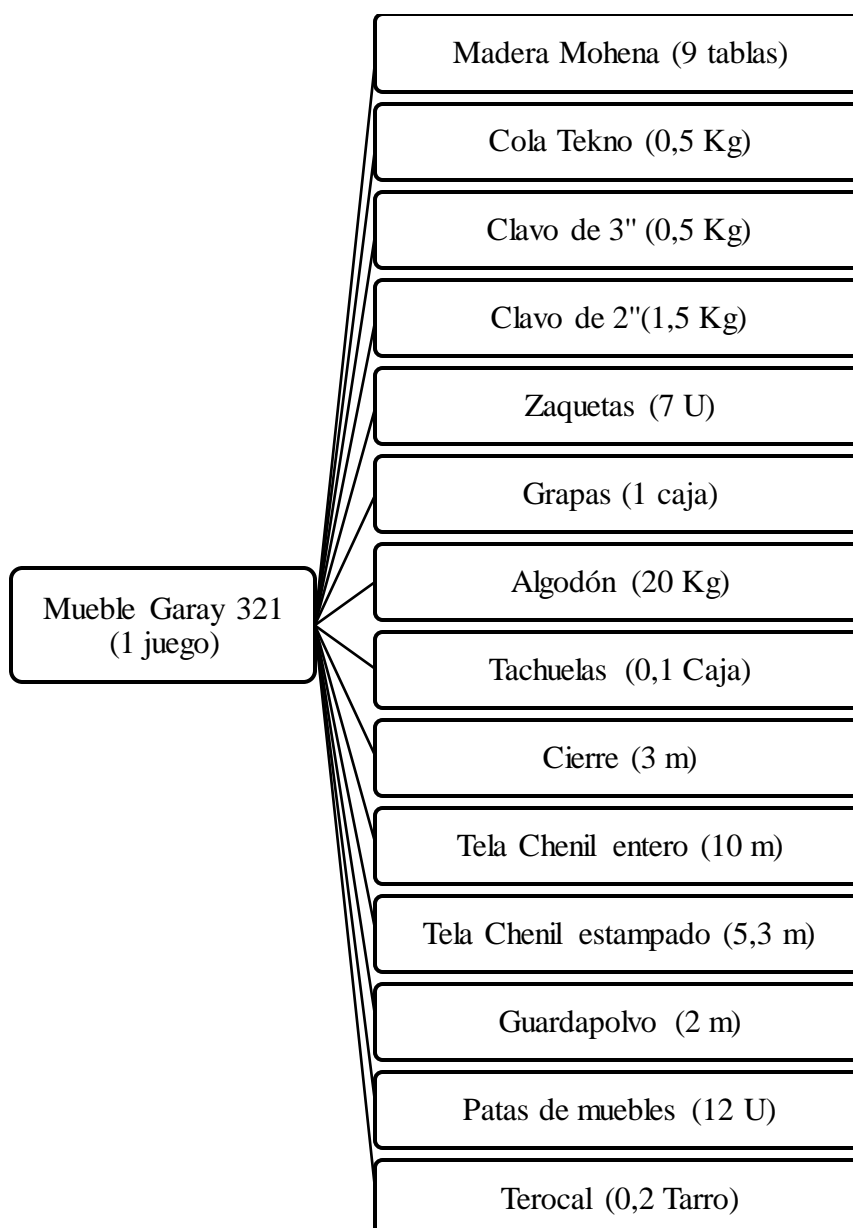
Las estaciones de trabajo fueron formadas considerando la nueva distribución de las áreas de trabajo ya que de esa forma será más fácil el traslado de los operarios de una actividad a otra.

4.5.1.4. Plan de requerimiento de materiales

Con el plan agregado de producción se determinó las cantidades a producir por mes y con ello se realizará el MRP para saber qué cantidades de materiales e insumos se requiere cada mes para la producción. La lista de materiales para cada producto se encuentra en las tablas 10, 11 y 12 y en base a esos datos se realizará el MRP.

Con la lista de cada producto se realizó el plan de requerimiento de materiales para un horizonte de planificación de 19 meses que corresponden a junio 2018 – diciembre del 2019. El plan completo para cada producto se muestra en los anexos 5, 6 y 7. La lista de materiales completa para los 3 productos Garay 321, Modular 321 y Terciopelo 321, junto con la cantidad a comprar en cada semana obtenida del plan de requerimiento de materiales MRP se muestra en las tablas 43, 44 y 45.

Árbol de estructura de los productos:



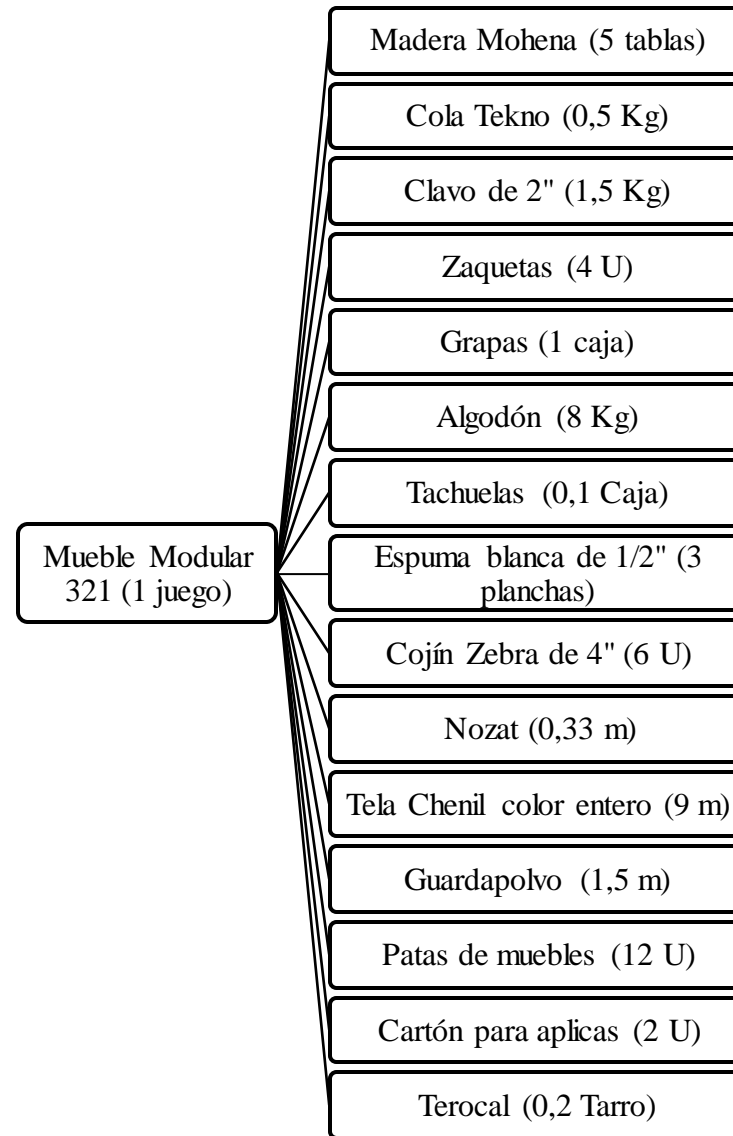
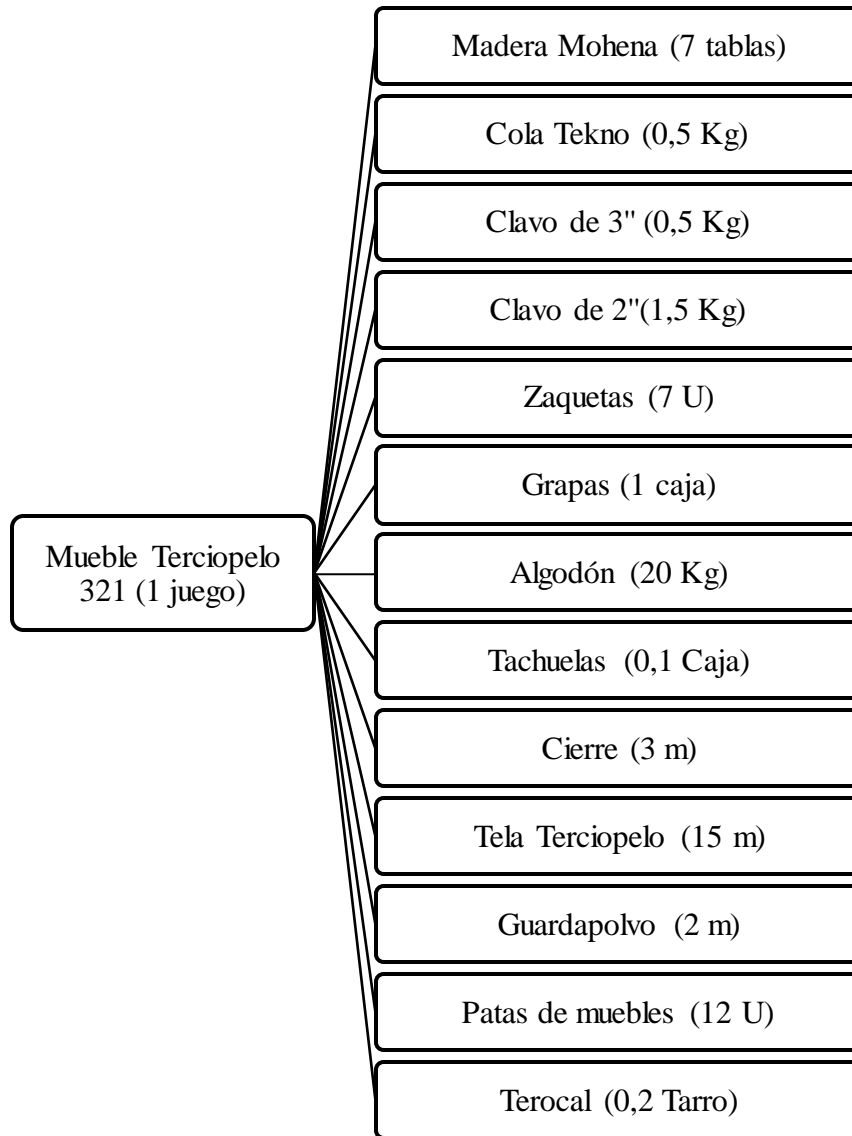


Tabla 43 Lista de materiales para las semanas 1 -32

Material	Unidad	Semana																																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Madera Mohena	Tablas	21	21	21	30	30	35	42	35	35	35	30	28	35	21	30	30	30	35	35	39	30	42	42	44	35	33	40	58	42	38	38	51	
Cola Tekno	Kg	8	4	0	0	0	0	4	8	0	0	4	0	4	0	4	0	4	0	8	0	0	4	0	8	0	4	0	8	0	0	8	4	
Clavo 3"	Kg	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	1,5	2	2	2	1,5	1,5	2	3	2	1,5	1,5	
Clavo 2"	Kg	3	4,5	4,5	4,5	6	6	7,5	9	7,5	7,5	7,5	6	6	7,5	4,5	6	6	6	7,5	7,5	7,5	6	9	9	9	7,5	7,5	9	12	9	9	9	
Zaquetas	Unidades	14	18	18	18	25	25	29	36	29	29	29	25	22	29	18	25	25	25	29	29	32	25	36	36	36	29	29	36	50	36	33	33	
Grapas	Cajas	2	3	3	3	4	4	5	6	5	5	5	4	4	5	3	4	4	4	5	5	5	4	6	6	6	5	5	6	8	6	6	6	
Algodón	Kg	50	50	50	70	70	70	100	70	80	70	70	60	70	50	70	70	70	70	80	90	60	100	100	90	80	70	100	136	96	84	84	116	
Tachuelas	Cajas	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	1	2	0	0	0	3	
Espuma blanca 1/2"	Planchas	5	5	0	5	0	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	0	10	5	5	5	5	10	5	5	10	10	5	
Cojín Zebra	Unidades	10	5	5	5	5	15	10	15	10	10	10	10	10	10	5	5	5	15	10	5	5	15	10	15	10	10	15	10	15	15	20	10	
Nozat	metros	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,3	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	0,3	0,3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	
Cierre	metros	6	6	6	9	9	9	12	9	9	9	9	6	9	6	9	9	9	9	9	9	12	9	12	12	12	9	9	12	18	12	9	9	15
Tela chenil color entero	metros	100	0	0	0	0	0	100	0	100	0	0	100	0	0	0	100	100	0	0	0	0	100	100	0	0	0	100	0	100	0	0	100	
Tela chenil Estampado	metros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
Tela Terciopelo	metros	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	100	0
Guardapolvo	metros	6	6	6	8	8	10	12	10	10	10	8	8	10	6	8	8	8	10	10	10	8	12	12	12	10	10	12	16	12	12	12	14	
Patas	patas	36	36	36	48	48	60	72	60	60	60	48	48	60	36	48	48	48	48	60	60	60	48	72	72	72	60	60	72	96	72	72	72	84
Cartón para aplicas	Unidades	0	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2	4	4	2	2	2	2	2	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6
Terocal	Tarros	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	1	1	0	1	2	0	1	1	0	2	0	2	1	2	0	0	3	1	2	0	2	1	

Tabla 44 Lista de materiales para las semanas 33 -60

Material	Unidad	Semana																											
		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Madera Mohena	Tablas	42	47	54	42	35	42	42	35	35	37	37	37	33	26	35	35	21	37	37	30	21	21	33	28	28	21	21	21
Cola Tekno	Kg	0	0	8	4	0	4	4	4	0	4	4	0	4	0	4	4	0	0	4	0	8	0	0	4	0	0	0	8
Clavo 3"	Kg	2,5	2	2	2,5	2	1,5	2	2	1,5	1,5	2	2	2	1,5	1	1,5	1,5	1	2	2	1,5	1	1	1,5	1,5	1,5	1	1
Clavo 2"	Kg	10,5	9	10,5	12	9	7,5	9	9	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	6	7,5	7,5	4,5	7,5	7,5	6	4,5	4,5	7,5	6	6	4,5	4,5
Zaquetas	Unidades	43	36	40	47	36	29	36	36	29	29	32	32	32	29	22	29	29	18	32	32	25	18	18	29	25	25	18	18
Grapas	Cajas	7	6	7	8	6	5	6	6	5	5	5	5	5	5	4	5	5	3	5	5	4	3	3	5	4	4	3	3
Algodón	Kg	96	104	124	96	76	96	96	76	76	88	88	88	76	56	76	76	48	88	88	68	48	48	76	68	68	48	48	48
Tachuelas	Cajas	0	0	0	2	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
Espuma blanca 1/2"	Planchas	5	10	10	5	5	5	5	10	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	0	5	5	5	0	5	5	0
Cojín Zebra	Unidades	15	15	20	15	10	10	10	15	10	5	10	5	10	15	10	10	10	5	5	5	5	10	10	5	5	10	5	5
Nozat	metros	0,7	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3
Cierre	metros	12	12	15	12	9	12	12	9	9	12	12	12	9	6	9	9	6	12	12	9	6	6	9	9	9	6	6	6
Tela chenil color entero	metros	100	0	0	0	100	100	0	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	0	100	0	0	100	0	0	0	0	0
Tela chenil Estampado	metros	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Tela Terciopelo	metros	0	100	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Guardapolvo	metros	12	14	16	12	10	12	12	10	10	10	10	10	10	8	10	10	6	10	10	8	6	6	10	8	8	6	6	6
Patas	patas	72	84	96	72	60	72	72	60	60	60	60	60	60	48	60	60	36	60	60	48	36	36	60	48	48	36	36	36
Cartón para aplicas	Unidades	4	4	6	6	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2
Terocal	Tarros	2	0	3	0	2	1	0	2	0	2	1	1	1	1	0	2	1	0	2	0	0	1	2	0	0	2	0	1

Tabla 45 Lista de materiales para las semanas 61 – 76

Material	Unidad	Semana															
		61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
Madera Mohena	Tablas	21	30	37	28	28	21	35	26	35	30	37	42	42	51	42	0
Cola Tekno	Kg	0	4	0	0	0	4	4	4	0	0	4	0	8	0	4	0
Clavo 3"	Kg	1	1	1,5	2	1,5	1,5	1	1,5	1	1,5	1,5	2	2	2	2,5	2
Clavo 2"	Kg	4,5	4,5	6	7,5	6	6	4,5	7,5	6	7,5	6	7,5	9	9	10,5	9
Zaquetas	Unidades	18	18	25	32	25	25	18	29	22	29	25	32	36	36	43	36
Grapas	Cajas	3	3	4	5	4	4	3	5	4	5	4	5	6	6	7	6
Algodón	Kg	48	68	88	68	68	48	76	56	76	68	88	96	96	116	96	0
Tachuelas	Cajas	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1
Espuma blanca 1/2"	Planchas	5	0	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
Cojín Zebra	Unidades	5	5	10	5	5	5	15	10	10	10	5	10	15	10	10	0
Nozat	metros	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,7	0,7	0,7	0,7
Cierre	metros	6	9	12	9	9	6	9	6	9	9	12	12	12	15	12	0
Tela chenil color entero	metros	0	0	200	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	100	0
Tela chenil Estampado	metros	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tela Terciopelo	metros	0	0	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	100	0	0	0
Guardapolvo	metros	6	8	10	8	8	6	10	8	10	8	10	12	12	14	12	0
Patas	patas	36	48	60	48	48	36	60	48	60	48	60	72	72	84	72	0
Cartón para aplicas	Unidades	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	2	2	4	4	4	4
Terocal	Tarros	0	0	3	0	1	0	2	0	0	3	0	0	3	0	2	0

3.5.1.5. Control de la producción

El control de la producción debe realizarse semanalmente, de acuerdo a los pedidos de producción, se verificará el cumplimiento de la producción programada con el plan agregado de producción y las ventas, si el pronóstico se desvía demasiado de lo programado se debe recalcular las estimaciones y ajustar los nuevos valores.

Para el control de la producción se elaboró un registro (anexo 5) que va a permitir tomar datos de la producción semanal, los cuales se van a contrastar con lo planificado y va a permitir ver como varían los datos reales, para, si es necesario, recalcular las estimaciones.

Así mismo, es importante llevar un control de los tiempos de producción, ya que se estandarizaron los tiempos de proceso y para que se cumpla con el plan agregado, estos tiempos, se deben cumplir.

Con la implementación de la propuesta, es decir con el plan agregado de producción se pudo calcular el requerimiento de materiales necesarios para cumplir con la demanda semanal, además con la política de trabajo definida y con el balance de las estaciones de trabajo se logrará estandarizar también la producción semanal que va a permitir tener todos los pedidos a tiempo. Todo lo mencionado anteriormente se complementa de tal manera que permiten obtener mejores resultados, los cuales se evidencian en los indicadores de producción y productividad.

4.5.2. Nuevos indicadores de producción y productividad

Cuello de botella

Con la estandarización de tiempos se redujo los tiempos se redujeron en 2% aproximadamente. El cuello de botella sigue encontrándose en la misma actividad, pero ahora con un tiempo reducido. De la tabla 38 se obtiene que el cuello de botella se encuentra en la actividad de corte 1 para los muebles Terciopelo 321 y Modular 321 y en la actividad de tapizado para el mueble Garay 321 con los siguientes tiempos para cada producto:

Tabla 46 Nuevos tiempo de botella

Producto	Corte 1 (s)
Mueble Garay 321	7 815,4
Mueble Terciopelo 321	7 060,0
Mueble Modular 321	7 065,2

Tiempo de ciclo

Con los tiempos estándares se redujeron también los tiempos de ciclo para cada producto los cuales se resumen en los siguientes:

- Mueble Garay 321 = 27 413,38 segundos
- Mueble Terciopelo 321 = 22 085,45 segundos
- Mueble Modular 321 = 22 144,28 segundos

Producción

Con los tiempos estandarizados y el nuevo tiempo de ciclo se halló la producción mensual con la mejora propuesta para cada tipo de producto.

La producción se hallará con una jornada de trabajo de 4 horas diarias propuesta en la planeación agregada y trabajando los 7 días a la semana.

$$\textit{Producción} = \frac{\textit{tiempo base}}{\textit{ciclo}}$$

$$\textit{Tiempo base} = \textit{horas al dia} \times \textit{días a la semana}$$

$$\textit{Tiempo base} = (4 \times 7) = 28 \frac{\textit{horas}}{\textit{semana}}$$

Mueble Garay 321

$$\mathbf{Producción} = \frac{28 * 60 * 60}{27\ 413,38} = 3,67 \equiv 4 \text{ unidades a la semana}$$

Mueble Terciopelo 321

$$\mathbf{Producción} = \frac{28 * 60 * 60}{22\ 085,45} = 4,56 \equiv 5 \text{ unidades a la semana}$$

Mueble Modular 321

$$\mathbf{Producción} = \frac{28 * 60 * 60}{22\ 144,28} = 4,55 \equiv 5 \text{ unidades a la semana}$$

Cabe mencionar que la producción calculada después de la propuesta resulta menor debido a que se estableció una jornada de trabajo de 4 horas diarias, a diferencia de los indicadores actuales que se asumió una jornada de 8 horas de lunes a sábado y 4 horas los domingos, aunque en la realidad no se cumple debido a la inexistencia de políticas de trabajo. Por lo tanto, el nuevo valor del indicador de producción resulta menor por la reducción de horas en el tiempo disponible o tiempo base.

Productividad de un solo factor**Mueble Garay 321**

$$\mathbf{Productividad} = \frac{1}{7,61} = 0,13 \text{ juegos de Mueble Garay 321/hora}$$

Mueble Terciopelo 321

$$\mathbf{Productividad} = \frac{1}{6,13} = 0,16 \text{ juegos de Mueble Terciopelo 321/hora}$$

Mueble Modular 321

$$\mathbf{Productividad} = \frac{1}{6,15} = 0,16 \text{ juegos de Mueble Garay 321/hora}$$

A continuación, se mostrarán los nuevos diagramas de operaciones DOP con los tiempos estandarizados.

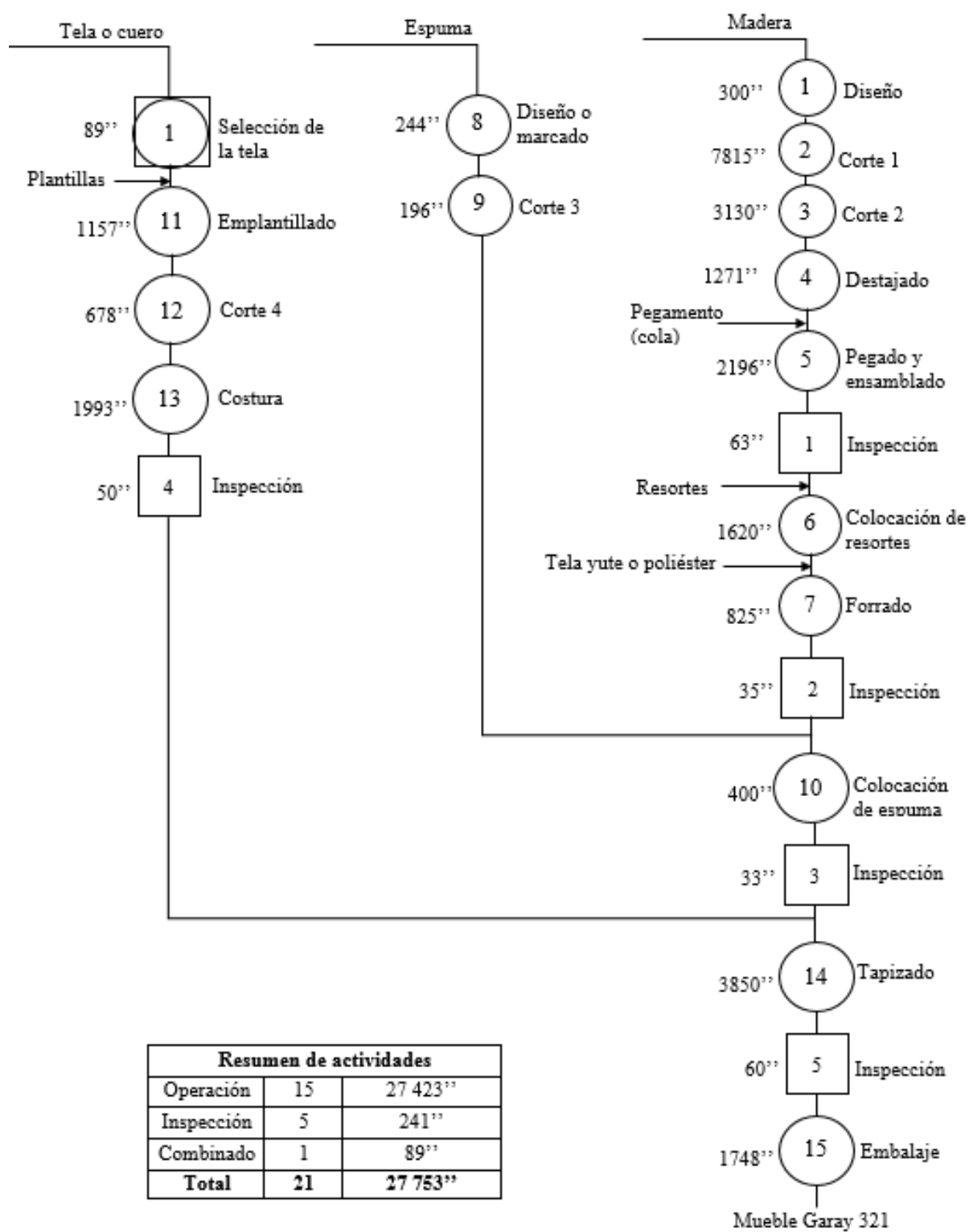


Figura 19 Nuevo DOP de Garay 321

Fuente: Ingenia Muebles

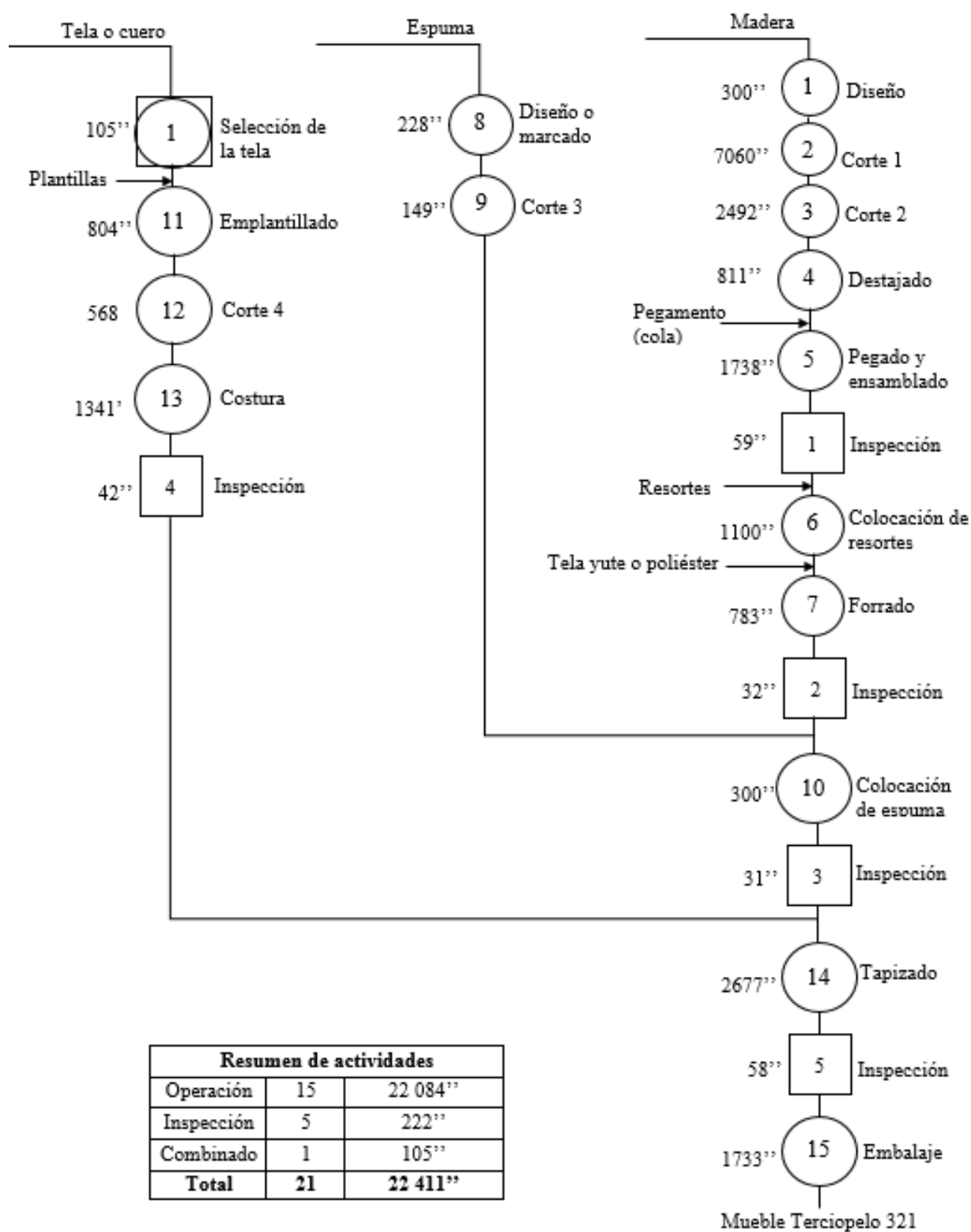


Figura 20 Nuevo DOP de Terciopelo 321

Fuente: Ingenia Muebles

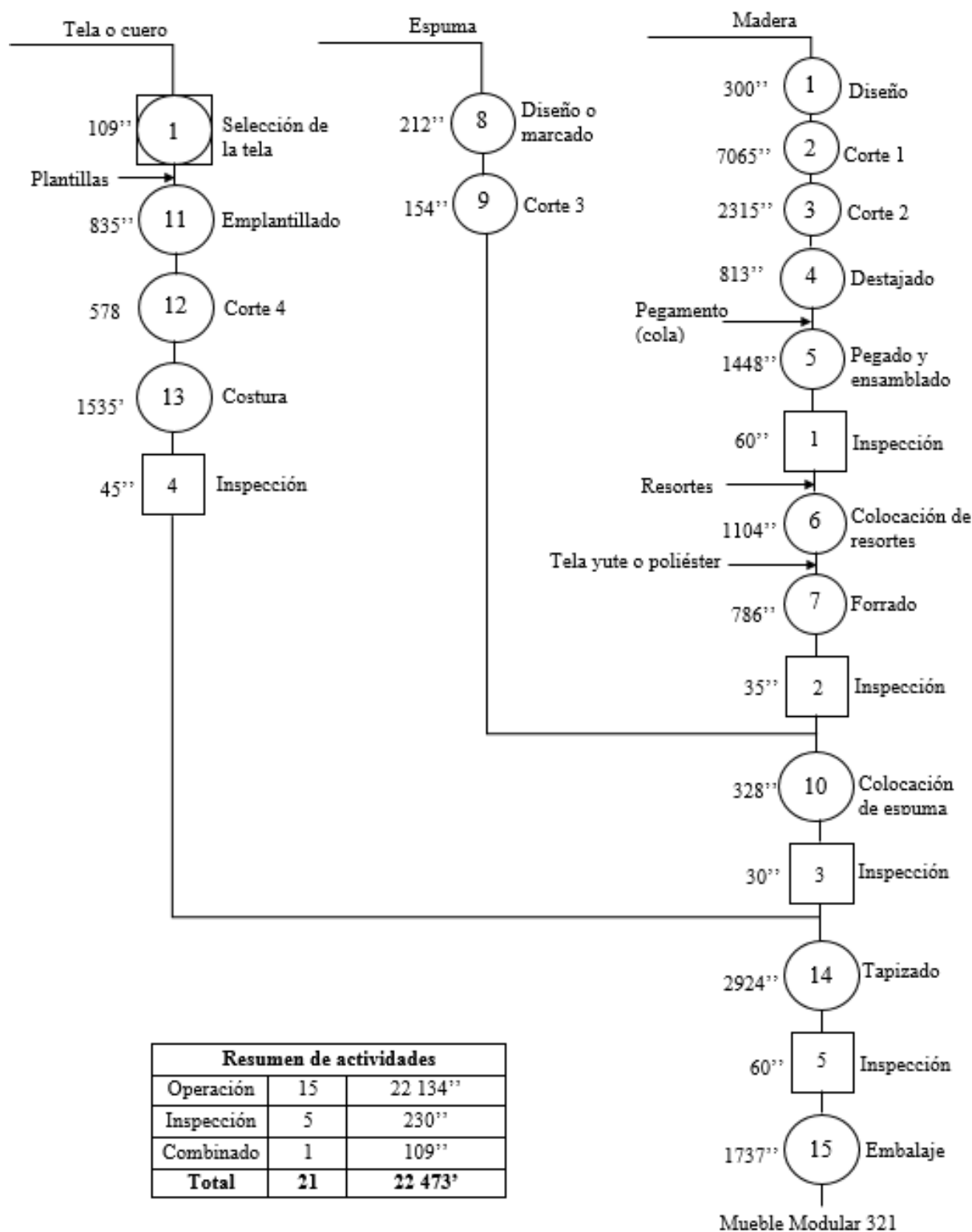


Figura 21 Nuevo DOP de Modular 321

Fuente: Ingenia Muebles

Reducción de actividades improductivas

Con la redistribución de las áreas de trabajo, se logró eliminar una de las actividades improductivas que existen actualmente en el proceso, se eliminó la actividad de traslado de las telas que se encuentran en el segundo piso hacia el primero.

Actividades Productivas

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de actividades productivas}}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{20 + 3 + 7}{37} \times 100 = 81,08\%$$

Actividades Improductivas

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de act. improductivas}}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{3 + 1 + 3}{37} \times 100 = 18,91\%$$

Se logró reducir el porcentaje de actividades improductivas, de 21,05% a 18,91% y aumentó el porcentaje de actividades productivas a 81,08%.

En las figuras 22, 23 y 24 se muestran los cursogramas analíticos del proceso mejorado.

Producto	Mueble Garay 321			Actividad	Simb.	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)	
Actividad	Fabricación de muebles de madera			Operación	●	20	27 008		
Método	Actual – manual			Transporte	➡	3	186	18,5	
Lugar	Ingenia Muebles			Almacén	▼	1	14 400		
Diagnosticado por	Cadenillas Castro Lizbeth	Fecha	20/11/18	Inspección	■	3	192		
				Espera	◐	3	120		
Aprobado por	Ing. Arroyo Ulloa	Fecha	22/11/18	Combinado	◻	7	760		
				TOTAL			37	42 666	18,5
N°	DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES	DISTAN_ CIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO					
				●	➡	◐	■	◻	▼

1	Diseño del modelo	-	300	X					
2	Traslado de diseño al área de operación	12	47		X				
3	Selección del tipo de madera	-	34					X	
4	Primer corte	-	7815	X					
5	Segundo corte	-	3130	X					
6	Destajado	-	1271	X					
7	Ensamblado	-	2196	X					
8	Inspección de estructura	-	63					X	
9	Traslado de estructura	1.5	49		X				
10	Espera de estructura	-	60			X			
11	Selección de resortes	-	60					X	
12	Colocar resortes en la base de estructura	-	1620	X					
13	Espera de estructura con resortes	-	30			X			
14	Selección de material para la base	-	60					X	
15	Corte de material base	-	212	X					
16	Colocar material en la base de estructura	-	299	X					
17	Engrapado en la base	-	314	X					
18	Espera de estructura	-	30			X			
19	Selección de esponja	-	31					X	
20	Moldeo de esponja	-	244	X					
21	Corte de esponja	-	196	X					
22	Pegado de esponja	-	400	X					
23	Selección de tela o cuero	-	100					X	
24	Medir tela o cuero	-	696	X					
25	Marcar tela o cuero	-	590	X					
26	Cortar tela o cuero	-	678	X					
27	Unir piezas (cosido)	-	1993	X					
28	Colocar la tela en el mueble	-	1563	X					
29	Engrapar tela	-	981	X					
30	Templar la tela engrapada	-	762	X					
31	Tapar partes visibles	-	313					X	
32	Revisar el trabajo	-	69					X	
33	Colocar aplicas	-	162					X	
34	Control de calidad	-	60					X	
35	Embalaje	-	1748	X					
36	Traslado a almacén	5	90		X				
37	Almacenar	-	14400						X

Figura 22 Nuevo Cursograma de Análisis del Proceso del Mueble Garay 321

Fuente: Ingenia Muebles

Producto	Mueble Terciopelo 321			Actividad	Simb.	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)	
Actividad	Fabricación de muebles de madera			Operación	●	20	21 865		
Método	Actual – manual			Transporte	➔	3	186	18,5	
Lugar	Ingenia Muebles			Almacén	▼	1	5 400		
Diagnosticado por	Cadenillas Castro Lizbeth	Fecha	20/11/18	Inspección	■	3	185		
				Espera	◐	3	120		
Aprobado por	Ing. Arroyo Ulloa	Fecha	22/11/18	Combinado	◻	7	612		
				TOTAL			37	28 368	18,5
N°	DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES	DISTAN_ CIA (m)	TIEMPO (s)	SÍMBOLO					
				●	➔	◐	■	◻	▼

1	Diseño del modelo	-	300	X					
2	Traslado de diseño al área de operación	12	47		X				
3	Selección del tipo de madera	-	34					X	
4	Primer corte	-	7060	X					
5	Segundo corte	-	2492	X					
6	Destajado	-	811	X					
7	Ensamblado	-	1738	X					
8	Inspección de estructura	-	59					X	
9	Traslado de estructura	1.5	49		X				
10	Espera de estructura	-	60			X			
11	Selección de resortes	-	60					X	
12	Colocar resortes en la base de estructura	-	1100	X					
13	Espera de estructura con resortes	-	30			X			
14	Selección de material para la base	-	60					X	
15	Corte de material base	-	226	X					
16	Colocar material en la base de estructura	-	247	X					
17	Engrapado en la base	-	310	X					
18	Espera de estructura	-	30			X			
19	Selección de esponja	-	31					X	
20	Moldeo de esponja	-	228	X					
21	Corte de esponja	-	149	X					
22	Pegado de esponja	-	300	X					
23	Selección de tela o cuero	-	129					X	
24	Medir tela o cuero	-	490	X					
25	Marcar tela o cuero	-	374	X					
26	Cortar tela o cuero	-	568	X					
27	Unir piezas (cosido)	-	1347	X					
28	Colocar la tela en el mueble	-	1204	X					
29	Engrapar tela	-	665	X					
30	Templar la tela engrapada	-	523	X					
31	Tapar partes visibles	-	242					X	
32	Revisar el trabajo	-	68				X		
33	Colocar aplicas	-	56					X	
34	Control de calidad	-	58				X		
35	Embalaje	-	1733	X					
36	Traslado a almacén	5	90		X				
37	Almacenar	-	5400						X

Figura 23 Nuevo Cursograma de Análisis del Proceso del Mueble Terciopelo 321

Fuente: Ingenia Muebles

Producto	Mueble Modular 321			Actividad	Simb.	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)	
Actividad	Fabricación de muebles de madera			Operación	●	20	21 854		
Método	Actual – manual			Transporte	➡	3	186	18,5	
Lugar	Ingenia Muebles			Almacén	▼	1	18 000		
Diagnosticado por	Cadenillas Castro Lizbeth	Fecha	20/11/18	Inspección	■	3	190		
				Espera	◐	3	120		
Aprobado por	Ing. Arroyo Ulloa	Fecha	22/11/18	Combinado	◻	7	669		
				TOTAL			37	41 019	18,5
N°	DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES	DISTAN_ CIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO					
				●	➡	◐	■	◻	▼

1	Diseño del modelo	-	300	X					
2	Traslado de diseño al área de operación	12	47		X				
3	Selección del tipo de madera	-	34					X	
4	Primer corte	-	7065	X					
5	Segundo corte	-	2315	X					
6	Destajado	-	813	X					
7	Ensamblado	-	1448	X					
8	Inspección de estructura	-	61					X	
9	Traslado de estructura	1.5	49		X				
10	Espera de estructura	-	60			X			
11	Selección de resortes	-	60					X	
12	Colocar resortes en la base de estructura	-	1104	X					
13	Espera de estructura con resortes	-	30			X			
14	Selección de material para la base	-	60					X	
15	Corte de material base	-	211	X					
16	Colocar material en la base de estructura	-	278	X					
17	Engrapado en la base	-	297	X					
18	Espera de estructura	-	30			X			
19	Selección de esponja	-	31					X	
20	Moldeo de esponja	-	212	X					
21	Corte de esponja	-	154	X					
22	Pegado de esponja	-	328	X					
23	Selección de tela o cuero	-	119					X	
24	Medir tela o cuero	-	536	X					
25	Marcar tela o cuero	-	399	X					
26	Cortar tela o cuero	-	578	X					
27	Unir piezas (cosido)	-	1535	X					
28	Colocar la tela en el mueble	-	1278	X					
29	Engrapar tela	-	671	X					
30	Templar la tela engrapada	-	595	X					
31	Tapar partes visibles	-	293					X	
32	Revisar el trabajo	-	69					X	
33	Colocar aplicas	-	72					X	
34	Control de calidad	-	60					X	
35	Embalaje	-	1737	X					
36	Traslado a almacén	5	90		X				
37	Almacenar	-	18000						X

Figura 24 Nuevo Cursograma de Análisis del Proceso del Mueble Modular 321

Fuente: Ingenia Muebles

A continuación, se elaborará un cuadro comparativo de indicadores, lo cual permitirá ver un panorama global de la mejora.

Tabla 47 Cuadro comparativo de indicadores

Indicador		Actualmente	Con la mejora	Variación
Cuello de botella	Garay 321	8 101,3 s	7 815,4 s	3,5 %
	Terciopelo 321	7 318,3 s	7 060,0 s	3,52 %
	Modular 321	7 323,7 s	7 065,2 s	3,53 %
Tiempo de ciclo	Garay 321	27 930,7 s	27 413,4 s	1,85 %
	Terciopelo 321	22 546,7 s	22 085,5 s	2,94%
	Modular 321	22 577,3 s	22 144,3 s	1,92 %
Producción	Garay 321	7 unidades/semana	4 unidades/semana	3
	Terciopelo 321	9 unidades/semana	5 unidades/semana	4
	Modular 321	9 unidades/semana	5 unidades/semana	4
Productividad de un solo factor	Garay 321	0,129 juegos de M. Garay 321	0,131 juegos de M. Garay 321	102,01 %
	Terciopelo 321	0,160 juegos de M. Terciopelo 321	0,163 juegos de M. Terciopelo 321	102,13 %
	Modular 321	0,160 juegos de M. Modular	0,163 juegos de M. Modular 321	101,66 %
Tiempo estándar	Garay 321	28 227,7 s	27 753 s	1,68 %
	Terciopelo 321	22 842 s	22 411 s	1,89 %
	Modular 321	22 878 s	22 473 s	1,77 %
Actividades improductivas		21,05%	18,91%	2,14%

4.6. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

El objetivo general de este estudio es cumplir con los pedidos no entregados de la empresa Ingenia Muebles, por ende, aumentar las ventas, lo cual a su vez aumentarán los beneficios económicos.

Como propuesta de mejora planteada se tiene la redistribución de las áreas de la empresa y con ello la estandarización de tiempos y un sistema de planificación y control de la producción. La segunda propuesta no genera gastos para el empresario ya que dichas propuestas fueron elaboradas por el investigador. Adicionalmente a las mejoras planteadas, el empresario debe asumir los gastos de impresiones del registro de control de la producción semanal, los cuales son mínimos; los EPPs para los operarios de corte de acuerdo al balance de estaciones de trabajo que se propuso y una sierra eléctrica circular.

Para la redistribución de las áreas, se propone la separación de ellas con material de construcción Drywall, que actualmente es muy utilizado para remodelación de casas, locales, entre otros ya que resulta muy económico y agradable físicamente, sobre todo para negocios.

Los materiales mencionados con sus respectivos costos se muestran en la tabla 48, a excepción de los gastos de impresión ya que son mínimos y semanales, se asume un gasto de S/. 0,50 semanal como máximo en registros. Cabe mencionar que el costo y cantidad de material de Drywall es un aproximado, de acuerdo al precio del mercado.

Tabla 48 Costo de implementos

Producto	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Guantes anti corte	2	S/. 29,90	S/. 59,8
Sierra eléctrica circular	1	S/. 209,90	S/. 209,9
Planchas de Drywall	15	S/. 20,10	S/. 301,5
Insumos de construcción			S/. 200
Mano de obra			S/. 700
TOTAL			S/. 1471,2

Costo de mano de obra

Los trabajadores de la empresa son remunerados al destajo, es decir ganan por producto terminado. El costo de mano de obra por producto se muestra en la tabla 49.

Tabla 49 Costo de mano de obra por producto

Producto	Costo de mano de obra
Garay 321	S/. 105,00
Modular 321	S/. 60,00
Terciopelo 321	S/. 100,00

Beneficios

En cuanto a beneficio que trae consigo la propuesta, en primer lugar, está el ahorro de tiempos de producción y aumento de la productividad, debido a la estandarización que se realizó, se logró disminuir los tiempos de producción. Además, al tener ya un plan de producción y de requerimientos de materiales, el empresario solo debe cumplir con el plan elaborado y realizarle seguimiento y ajuste, si es que fuera necesario, por alguna fluctuación de la demanda, de esta manera ya no se generarán retrasos ni pérdidas de ventas por los productos no entregados. En la siguiente tabla se muestra los beneficios económicos por las ventas realizadas de acuerdo al pronóstico realizado.

Tabla 50 Beneficio económico por ventas mensual

Año	Mes	Garay 321	Modular 321	Terciopelo 321	Utilidad
2018	Junio	4	3	4	S/. 579,16
	Julio	8	6	5	S/. 1 059,92
	Agosto	8	7	4	S/. 1 107,64
	Septiembre	7	6	3	S/. 942,72
	Octubre	8	6	4	S/. 1 027,12
	Noviembre	9	6	6	S/. 1 144,32
	Diciembre	11	8	7	S/. 1 441,36
2019	Enero	11	10	9	S/. 1 668,00
	Febrero	9	10	9	S/. 1 564,80
	Marzo	8	8	7	S/. 1 286,56
	Abril	8	6	6	S/. 1 092,72
	Mayo	6	7	6	S/. 1 070,04
	Junio	7	5	6	S/. 960,60
	Julio	5	5	5	S/. 824,60
	Agosto	4	4	6	S/. 725,28
	Septiembre	6	4	5	S/. 795,68
	Octubre	5	5	6	S/. 857,40
	Noviembre	7	6	5	S/. 1 008,32
	Diciembre	9	8	8	S/. 1 370,96
TOTAL					S/. 20 527,20

Flujo de caja

Se realizó el flujo de caja para mostrar el movimiento del efectivo durante lo que queda del 2018 y todo el 2019, como inversión se considera los costos de maquinaria y EPPs descritos anteriormente como parte de la propuesta. El flujo de caja arroja un TIR de 17%, así mismo se determina que la inversión se recuperara en los primeros 5 meses y a partir del sexto mes la empresa empieza a obtener ganancias netas.

Tabla 51 Flujo de caja

Inversión inicial	S/.1 471,4	2018					2019											
		Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
INGRESOS																		
Mueble Garay 321		S/.3 840	S/.3 360	S/.3 840	S/.4 320	S/.5 280	S/.5 280	S/.4 320	S/.3 840	S/.3 840	S/.2 880	S/.3 360	S/.2 400	S/.1 920	S/.2 880	S/.2 400	S/.3 360	S/.4 320
Mueble Terciopelo 321		S/.1 400	S/.1 050	S/.1 400	S/.2 100	S/.2 450	S/.3 150	S/.3 150	S/.2 450	S/.2 100	S/.2 100	S/.2 100	S/.1 750	S/.2 100	S/.1 750	S/.2 100	S/.1 750	S/.2 800
Mueble Modular 321		S/.3 150	S/.2 700	S/.2 700	S/.2 700	S/.3 600	S/.4 500	S/.4 500	S/.3 600	S/.2 700	S/.3 150	S/.2 250	S/.2 250	S/.1 800	S/.1 800	S/.2 250	S/.2 700	S/.3 600
TOTAL INGRESOS		S/.8 390	S/.7 110	S/.7 940	S/.9 120	S/.11 330	S/.12 930	S/.11 970	S/.9 890	S/.8 640	S/.8 130	S/.7 710	S/.6 400	S/.5820	S/.6 430	S/.6 750	S/.7 810	S/.10 720
EGRESOS																		
Salarios		S/. 1 660	S/. 1 395	S/. 1 600	S/. 1 905	S/. 2 335	S/. 2 655	S/. 2 445	S/. 2 020	S/. 1 800	S/. 1 650	S/. 1 635	S/. 1 325	S/. 1 260	S/. 1 370	S/. 1 425	S/. 1 595	S/. 2 225
Sueldos		S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200	S/. 1 200
Materia prima e insumos		S/. 5 317	S/. 4 512	S/. 5 034	S/. 5 766	S/. 7 166	S/. 8 152	S/. 7 528	S/. 6 230	S/. 5 454	S/. 5 113	S/. 4 859	S/. 4 025	S/. 3 640	S/. 4 054	S/. 4 235	S/. 4 932	S/. 6 752
TOTAL EGRESOS		S/. 8 177	S/. 7 107	S/. 7 834	S/. 8 871	S/. 10 701	S/. 12 007	S/. 11 173	S/. 9 450	S/. 8 454	S/. 7 963	S/. 7 694	S/. 6 550	S/. 6 100	S/. 6 624	S/. 6 860	S/. 7 727	S/. 10 177
Flujo neto	-S/.1 471,2	S/. 213	S/. 3	S/. 106	S/. 249	S/. 629	S/. 923	S/. 797	S/. 440	S/. 186	S/. 167	S/. 16	-S/. 150	-S/. 280	-S/. 194	-S/. 110	S/. 83	S/. 543
Flujo acumulado	-S/.1 471,2	-S/. 1 258,2	-S/. 1 255,2	-S/. 1 149,2	-S/. 900,2	-S/. 271,2	S/. 651,8	S/. 1 448,8	S/. 1 888,8	S/. 2 074,8	S/. 2 241,8	S/. 2 257,8	S/. 2 107,8	S/. 1 827,8	S/. 1 633,8	S/. 1 523,8	S/. 1 606,8	S/. 2 149,8
TIR	17%																	

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La empresa Ingenia Muebles pertenece al rubro de las pequeñas empresas dedicada a la producción de muebles de madera para el hogar, actualmente no cumple con todos sus pedidos de producción y en consecuencia registra ingresos no percibidos de S/.27 240 y S/.30 240 en los años 2016 y 2017 respectivamente, ambos valores representan el 12% aproximadamente de las ventas en sus respectivos años. Ingenia muebles presenta problemas en su distribución de planta y no cuenta con un sistema de planificación y control de la producción y es por ello que se origina el problema de los pedidos no entregados.
- De acuerdo a la evaluación de las herramientas de ingeniería para la mejora, se obtuvo como resultado de la matriz de ponderación de factores que la planeación agregada junto con el sistema Just in Time y el plan de requerimiento de materiales, con ponderaciones de 2,2; 2 y 1,2 respectivamente, son las mejores herramientas para dar solución al problema encontrado. Así mismo, una redistribución de las áreas de trabajo, siguiendo la metodología SLP, es de vital importancia para dar inicio a la propuesta de mejora, esta propuesta logrará disminuir el porcentaje de actividades improductivas en 2,14%. También la estandarización de tiempos de operación y el balance de estaciones de trabajo ayudaron a obtener mejores resultados para la empresa, ya que con el balance se pudo equilibrar la carga de trabajo para cada operario, puesto que, actualmente el operario 1 es quien tiene la mayor carga de trabajo alcanzando un valor de 58,44% y gracias al balance se pudo reducir a 28,31%.
- Se estandarizó los tiempos de producción reduciendo en 1,84% el tiempo para el mueble Garay 321; 2,05% para el mueble Terciopelo 321 y 2,08% para el mueble Modular 321; haciendo que el cuello de botella se redujera en 4% aproximadamente en los 3 productos, así mismo, con la propuesta del establecimiento de una política de trabajo definida se puede estandarizar la producción a 4 unidades/semana del mueble tipo Garay 321 y 5 unidades/semana para los tipos Terciopelo 321 y Modular 321 cada uno.
- Mediante el análisis costo beneficio se concluye que la propuesta resulta factible para la empresa ya que la inversión que se requiere es de S/. 1 471,2 y, de acuerdo al flujo de

caja, se recuperará en los primeros 5 meses desde la implementación de las mejoras obteniendo una tasa interna de retorno (TIR) del 17%.

RECOMENDACIONES

- Analizar los otros productos de la empresa y la posibilidad de diversificar su producción, creciendo con otro tipo de productos del mismo sector o que se complementen.
- Se recomienda realizar un estudio para evaluar la viabilidad de la instalación de una nueva planta de producción que le permita a la empresa incluir su propio local de ventas, además de producir en mayor volumen.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] «Diario Gestion.pe,» Grupo El Comercio, 02 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/economia/muebles-madera-peruana-que-categorias-son-que-mas-demandan-norteamericanos-2188761>. [Último acceso: 25 09 2017].
- [2] «Diario Gestion.pe,» Grupo El Comercio, 05 05 2013. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/economia/crecimiento-sector-inmobiliario-se-mantendria-proximos-20-anos-2065246>. [Último acceso: 31 Septiembre 2017].
- [3] V. Ortiz, V. Albornozo y D. Bravo, «Determinación de un plan maestro de producción a nivel táctico para una cadena de suministro industrial utilizadno una metodología de planificación jerarquizada,» *Revista de Ingeniería Industrial*, vol. 12, 2012.
- [4] V. Ortiz y Á. Caicedo, «Procedimiento para la programación y control de la producción de una pequeña empresa de calzado,» *Scientia et technica*, vol. 19, nº 4, 2014.
- [5] R. Ramezani, D. Rahmani y F. Barzinpour, «Un modelo de planificación agregada de la producción para sistemas de producción de dos fases: resolución con algoritmo genético y búsqueda tabú,» *Expert Systems With Applications*, vol. 39, nº 1, pp. 1256-1263, 2012.
- [6] J. Douglas y R. Morabito, «Planificación de la producción en la configuración de los muebles a través de una optimización robusta,» *Computers and Operations Research*, vol. 39, nº 2, pp. 139-150, 2012.
- [7] A.-e. H. Seyed Mohamad Javad Mirzapour, A. Mir Bahado y S. Seyed Jafar, «Un algoritmo eficiente para resolver una planificación de producción agregada robusta y multiobjetivo en un entorno incierto,» *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 58, pp. 756-782, 2012.
- [8] H. Gutiérrez, *Calidad total y productividad*, México: McGraw Hill, 2010.
- [9] M. Pérez, *La función de control como parte integrada a la gestión de la producción*, México: El Cid Editor, 2009.
- [10] R. Chang, *MEJORA CONTINUA DE PROCESOS Guía para mejorar procesos y lograr resultados medibles.*, Buenos Aires: Granica, 2011.
- [11] G. Baca U, M. Cruz, M. Cristóbal, G. Baca C, J. Gutiérrez, A. Pacheco, Á. Rivera, I. Rivera y M. Obregón, *Introducción a la Ingeniería Industrial*, México: Grupo editorial Patria, 2014.

- [12] L. Cuatrecasas, Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible, Barcelona: Bresca editorial S.L, 2009.
- [13] R. García, Estudio de Trabajo, España: McGraw - Hill Interamericana Editores, S.A., 2005.
- [14] R. Hansen y H. Moryanne, Administración de costos: Contabilidad y control., México: Editorial Thomson, 2007.
- [15] J. Heizer, Dirección de la producción y de operaciones: Decisiones Estratégicas., Madrid: Pearson Educación S.A., 2015.
- [16] G. Hernández, Diccionario de Economía, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia , 2006.
- [17] J. Paredes, Planificación y Control de la Producción, Cuenca: IDIUC, Instituto de Investigaciones, Universidad de Cuenca, 2001.
- [18] J. Vilar, Cómo mejorar los procesos en su empresa: El control estadístico de proceso (SPC), herramienta fundamental en el incremento de la competitividad., FC Editorial, 1999.
- [19] D. Muñoz, Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios., México: Cengage Learning Editores, 2009.
- [20] A. Suñé, F. Gil y I. Arcusa, Manual práctico de diseño de sistemas productivos, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A., 2004.
- [21] R. Murther, Planificación y proyección de la empresa industrial, España: Editores Técnicos Asociados, 1968.
- [22] S. N. Chapman, Planificación y control de la producción, México: PEARSON EDUCACIÓN, 2006.
- [23] C. Jananía Abraham, Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos, México: Limusa, 2008.
- [24] M. Quesada Castro y W. Villa Arenas, Estudio del trabajo: Notas de clase, Colombia: Fondo Editorial ITM, 2007.
- [25] F. E. Meyers y M. P. Stephens, Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, México: PEARSON EDUCACIÓN, 2006.
- [26] J. Vilar, F. Gómez y M. Tejero, Las 7 nuevas Herramientas para la mejora de la Calidad, FC Edictorial, 1997.

VI. ANEXOS

Anexo 1 Pedidos no entregados 2016

MES	PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	INGRESO NO PERCIBIDO
Enero	Mueble Garay 321	2	S/. 480	S/. 960
	Mueble Terciopelo 321	1	S/. 350	S/. 350
	Mueble Lineal Pequeño	1	S/. 1 000	S/. 1 000
Febrero	Mueble Garay 321	3	S/. 480	S/. 1 440
	Mueble Modular 321	1	S/. 450	S/. 450
Marzo		0		S/. 0
Abril	Mueble Chelero grande 321	1	S/. 930	S/. 930
	Mueble Lineal grande	1	S/. 2 000	S/. 2 000
Mayo	Mueble Terciopelo 321	2	S/. 350	S/. 700
	Mueble Modular 321	2	S/. 450	S/. 900
Junio	Mueble Lineal mediano	1	S/. 1 500	S/. 1 500
	Mueble Garay 321	2	S/. 480	S/. 960
Julio	Mueble Terciopelo 321	2	S/. 350	S/. 700
	Mueble Modular 321	1	S/. 450	S/. 450
	Mueble Chelero grande 321	1	S/. 930	S/. 930
	Mueble Lineal Pequeño	2	S/. 1 000	S/. 2 000
Agosto	Mueble Chelero grande 321	3	S/. 930	S/. 2 790
Septiembre	Mueble Lineal 321 grande	1	S/. 2 000	S/. 2 000
Octubre		0		S/. 0
Noviembre	Mueble Lineal grande	2	S/. 2 000	S/. 4 000
	Mueble Lineal 321 pequeño	1	S/. 1 000	S/. 1 000
Diciembre	Mueble Garay 321	1	S/. 480	S/. 480
	Mueble Lineal Pequeño	1	S/. 1 000	S/. 1 000
	Mueble Terciopelo 321	2	S/. 350	S/. 700
TOTAL		34		S/. 27 240

Anexo 2 Pedidos no entregados 2017

MES	PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	INGRESO NO PERCIBIDO
Enero	Mueble Garay 321	4	S/. 480	S/. 1 920
	Mueble Lineal mediano	2	S/. 1 500	S/. 3 000
Febrero		0		S/. 0
Marzo	Mueble lineal 321 pequeño	1	S/. 1 000	S/. 1 000
	Mueble Modular 321	2	S/. 450	S/. 900
Abril	Mueble Lineal Pequeño	1	S/. 1 000	S/. 1 000
Mayo		0		S/. 0
Junio	Mueble Garay 321	2	S/. 480	S/. 960
	Mueble chelero grande 321	1	S/. 930	S/. 930
	Mueble Modular 321	4	S/. 450	S/. 1 800
Julio	Mueble Lineal mediano	1	S/. 1 500	S/. 1 500
Agosto	Mueble lineal 321 pequeño	2	S/. 1 000	S/. 2 000
Septiembre	Mueble Terciopelo 321	3	S/. 350	S/. 1 050
	Mueble Lineal grande	1	S/. 2 000	S/. 2 000
	Mueble chelero grande 321	1	S/. 930	S/. 930
	Mueble Garay 321	2	S/. 480	S/. 960
Octubre	Mueble Lineal grande	2	S/. 1 500	S/. 3 000
	Mueble Garay 321	1	S/. 480	S/. 480
	Mueble Modular 321	3	S/. 450	S/. 1 350
Noviembre	Mueble Terciopelo 321	4	S/. 350	S/. 1 400
	Mueble Lineal 321 mediano	1	S/. 1 500	S/. 1 500
	Mueble Garay 321	2	S/. 480	S/. 960
Diciembre	Mueble Terciopelo 321	2	S/. 350	S/. 700
	Mueble Modular 321	2	S/. 450	S/. 900
TOTAL		44		S/. 30 240

Anexo 3 Tabla para el número de observaciones Gerenal Electric


Tiempo de ciclo en minutos	Número de ciclos a observar
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,67	40
1,00	30
2,00	20
2,00 a 5,00	15
5,00 a 10,00	10
10,00 a 20,00	8
20,00 a 40,00	5
De 40,00 en adelante	3

Fuente: General Electric

Anexo 4 Tiempos de fabricación de acuerdo al número de observaciones tomadas

Etapa	Actividades	Mueble Garay 321 (s)			Mueble Terciopelo 321 (s)			Mueble Modular 321 (s)		
		Observaciones								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Armado de la estructura	Corte 1	8 103	8 102	8 098	7 319	7 315	7 321	7 320	7 322	7 322
	Corte 2	3 239	3 241	3 240	2 580	2 584	2 583	2 399	2 401	2 397
	Destajado	1 322	1 319	1 319	843	840	842	843	840	839
	Pegado y ensamblado	2 280	2 280	2 281	1 804	1 801	1 800	1 501	1 501	1 502
	Verificación	61	60	58	52	56	52	57	61	54
Colocación de resortes y espumas	Colocación de resortes	1 680	1 679	1 679	1 140	1 140	1 142	1 145	1 143	1 141
	Forrado de base	962	961	960	779	776	782	780	784	778
	Colocación de espuma	900	900	900	722	722	721	720	719	721
	Inspección	54	58	57	51	58	61	56	59	60
Tapizado		7 716	7 714	7 718	5 403	5 400	5 401	5 878	5 881	5 879
Embalaje		1 784	1 803	1 840	1 801	1 796	1 795	1 803	1 801	1 800
Total		28 101	28 117	28 150	22 494	22 488	22 500	22 502	22 512	22 493
Promedio		28 122,7			22 494			22 502,3		

Anexo 5 Formato para registro de producción

												
REGISTRO DE PRODUCCIÓN												
N° de registro:												
Mes/Año:												
Encargado:												
Descripción	Semana N° 1			Semana N° 2			Semana N° 3			Semana N° 4		
	Planificado	Prod. Real	Horas de trabajo	Planificado	Prod. Real	Horas de trabajo	Planificado	Prod. Real	Horas de trabajo	Planificado	Prod. Real	Horas de trabajo
Total												
Total horas requeridas												
Observaciones												
<hr style="width: 20%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> Aprobado por												