

**Propuesta de planeación, programación y control de la producción en una empresa de  
muebles**

Sergio Esteban García Segura

Diana Marcela Vargas Gómez

Universitaria Agustiniana

Facultad De Ingenierías

Programa de Ingeniería Industrial

Bogotá, D.C.

2019

**propuesta de planeación, programación y control de la producción en una empresa de  
muebles**

Sergio Esteban García Segura

Diana Marcela Vargas Gomez

Director

Luis Héctor Peña Vargas

Trabajo de grado para optar al título de profesional en Ingeniería Industrial

Universitaria Agustiniana

Facultad De Ingenierías

Programa De Ingeniería Industrial

Bogotá, D.C.

2019

## **Agradecimientos**

Agradecemos a nuestra familia; por su amor, trabajo y sacrificio en el transcurso de nuestras vidas, quienes además han sido pilares de apoyo, motivadores y cómplices de nosotros durante el desarrollo de nuestro proceso como formantes de ingenieros industriales, a nuestros colegas por ser compañeros de aulas, clases y profesión; A la empresa, quien nos brindó sus instalaciones y recurso humano para la aplicación de nuestra carrera y los conocimientos adquiridos; A nuestra institución, su parte administrativa y docentes por ser formadores y referentes en el ámbito ingenieril.

## **Resumen**

El presente trabajo de tesis de grado tiene como objetivo principal hacer aplicación de las herramientas de ingeniería industrial aprendidas a lo largo del desarrollo de la carrera, guiadas hacia la planeación, programación y control de la producción en una empresa de Muebles de amplia trayectoria en el mercado nacional. La actividad económica de la empresa se encuentra direccionada hacia la fabricación de muebles de madera y aglomerado para el hogar, trabajando bajo la modalidad de fabricación por lotes, utilizando como insumo principal madera Perillo, proveniente de la zona Sur del país de regiones tales como Caquetá, Amazonas y Vaupés; mientras que para el aglomerado se maneja un único proveedor proveniente de Ecuador.

La raíz principal del desarrollo del trabajo fue identificar las causas provenientes de producción que incurrieran en el incumplimiento de las entregas hacia los clientes de la compañía, para la cual se hizo una subdivisión de actividades que permitieran realizar un estudio adecuado de todas las tareas inmersas en el desarrollo productivo, entre las cuales se destacan: Estudios de tiempos, pronósticos, planeación agregada, MPS, BOM, MRP y programación de taller.

La aplicación de las herramientas ingenieriles anteriormente señaladas y desarrolladas al interior del trabajo permitió establecer mecanismos de medición, planeación y control dentro del sistema de producción de una empresa de muebles, teniendo en cuenta los datos de la capacidad de puestos de trabajo, el requerimiento y la disponibilidad de las máquinas, operarios e insumos con referencia a los datos de demanda pronosticada.

## **Palabras Clave**

Planeación, programación, control, producción, tiempos.

## **Abstract**

The main objective of this thesis work is to apply industrial engineering tools learned in the long term of career development, guided, planning, programming and production control in a furniture company with a long history in the national market. The economic activity of the company can direct the manufacture of wood furniture and agglomerate for the home, working under the modality of manufacturing lots, using as main input Perillo wood, from the southern area of the country of the regions such as Caquetá , Amazonas and Vaupés; While for the agglomerate a single supplier from Ecuador is managed.

The main objective of the development of the work was to identify the causes of the production that was incurred in the fulfillment of the relations between the company's clients, for which a subdivision of the activities was made that allow to carry out an adequate study of all the tasks immersed in productive development, among which can be seen: Time studies, care, aggregate planning, MPS, BOM, MRP and workshop programming.

The application of the technical tools previously indicated and developed in the interior of the work, that is to say, in the jobs, the requirement and the requirement. The availability of machines, operators and supplies with reference to the predicted demand data.

## **Keywords**

Planning, programming, control, production, times.

## Tabla de contenido

1. Introducción .....	11
2. Problema de investigación .....	13
2.1. Planteamiento del problema.....	13
2.2. Pregunta de investigación .....	13
2.3. Objetivo principal .....	14
2.4. Objetivos específicos .....	14
2.5. Justificación .....	14
2.6. Limitación .....	15
2.7. Hipótesis .....	16
2.8. Alcance .....	16
3. Marco de referencia.....	17
3.1. Antecedentes de la investigación.....	17
3.2. Marco teórico.....	20
3.2.1. Filosofía de Taylor. ....	20
3.2.2. Estudio de tiempos y movimientos.....	21
3.2.3. Plan maestro de producción.....	22
3.2.4. Planeación agregada. ....	22
3.2.5. Balanceo de línea.....	23
3.2.6. Planificación de los materiales. ....	23
3.2.7. Programación de la producción. ....	24
3.2.8. Control de la producción. ....	24
3.2.9. Simulación.....	25
3.3. Marco conceptual.....	25
3.4. Estudio legal .....	26
3.5. Marco metodológico .....	29
3.5.1. Tipo de investigación. ....	29
3.5.2. Variables de investigación.....	30
3.5.3. Instrumentos de recolección de información.....	31
4. Metodología de la investigación .....	33
4.1. Limitaciones de la investigación.....	33

5.	Desarrollo de la investigación.....	34
5.1.	Análisis inicial .....	34
5.1.1.	Variables del proceso.....	34
5.1.2.	Selección de productos.....	37
5.2.	Toma de tiempos.....	49
5.2.1.	Determinación de número de ciclos .....	52
5.2.2.	Análisis de la utilización de la planta.....	53
5.3.	Capacidad de la planta .....	55
5.4.	Pronóstico de demanda por producto.....	59
5.5.	Planeación agregada .....	65
5.5.1.	Análisis de los métodos de planeación.....	66
5.5.2.	Método seleccionado.....	67
5.6.	Plan maestro de producción (MPS) .....	70
5.7.	Planeación de requerimientos de los materiales (MRP) .....	71
5.8.	Programación de taller .....	73
5.9.	Control de la producción.....	76
6.	Recomendaciones.....	78
7.	Conclusiones .....	79

## Tabla de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica del punto de fabrica para la empresa de muebles .....	15
Figura 2. Marco conceptual del proyecto en mención.....	25
Figura 3. Diagrama de Pareto por familias de una empresa de empresa.....	40
Figura 4. Formato ejemplo para toma de tiempos. ....	50
Figura 5. Vista previa de la matriz general de tiempos. ....	51
Figura 6. Ejemplo de el número de lecturas por actividad. ....	53
Figura 7. Vista preliminar del cálculo de la capacidad de la planta. ....	58
Figura 8. Grafica comparativa entre herramientas de pronóstico para la mesa de noche. ...	60
Figura 9. Grafica del pronóstico general vs datos históricos.....	65
Figura 10. Plan agregado de producción con fuerza obrera constante e implementación de horas extras. ....	70
Figura 11. Vista preliminar del cálculo del plan maestro de producción; comparativo entre los días de cada semana vs las unidades requeridas por semana de acuerdo con los días. ..	71
Figura 12. Diagrama de árbol de mesa auxiliar.....	72
Figura 13. Vista preliminar del plan de requerimiento de materiales y plan de compras de una empresa de madera.....	72
Figura 14. Vista preliminar de los requerimientos de tiempos dados para cada pieza en la programación anual. ....	73
Figura 15. Sección de la programación de taller. ....	74



## Tabla de tablas

Tabla 1. Normograma de calidad .....	26
Tabla 2. Normograma de salud y seguridad en el trabajo .....	27
Tabla 3. Normograma de proceso general .....	28
Tabla 4. Normograma ambiental .....	29
Tabla 5. Variables independientes y dependientes del estudio .....	31
Tabla 6. Listado de maquinas por actividades general .....	36
Tabla 7. Analisis de pareto entre familias colectivas .....	38
Tabla 8. Producto representativo por familia .....	40
Tabla 9. Estaciones de trabajo mecanizado con codigo .....	42
Tabla 10. Hoja de ruteo de la silla comedor .....	43
Tabla 11. Hoja de ruteo de la cama .....	44
Tabla 12. Hoja de ruteo de la mesa comedor .....	45
Tabla 13. Hoja de ruteo de la mesa de noche .....	45
Tabla 14. Hoja de ruteo de producto complementario .....	46
Tabla 15. Hoja de ruteo de la mesa auxiliar. ....	46
Tabla 16. Hoja de ruteo de escritorio. ....	47
Tabla 17. Estaciones de trabajo en área de producto final .....	48
Tabla 18. Ruteo de productos en estaciones de trabajo en área de producto final .....	49
Tabla 19. Utilización general de la planta de acuerdo con las maquinas activas .....	54
Tabla 20. Comparación de metodos para pronosticar .....	59
Tabla 21. Historico de ventas de la empresa de muebles .....	62
Tabla 22. Pronostico de ventas de la empresa de muebles .....	64
Tabla 23. Resultado de cada metodo de plan de producción agregado .....	68
Tabla 24. Disponibilidad de tiempo y tiempo d uso de las maquinas semanal .....	74

### Tabla de ecuaciones

Ecuación 1. Fórmula para determinar el tamaño de la muestra.....	52
Ecuación 2. Fórmula para determinar la capacidad teórica.....	56
Ecuación 3. Fórmula para determinar la capacidad efectiva. ....	56
Ecuación 4. Fórmula para determinar la capacidad real.....	56
Ecuación 5. Señal de rastreo para el pronóstico. ....	61
Ecuación 6. Desviación media absoluta. ....	61
Ecuación 7.Fórmula para pronostico del periodo T. ....	62
Ecuación 8. Fórmula para primera suavización exponencialmente. ....	63
Ecuación 9. Fórmula de estimación de tendencia.....	63

## 1. Introducción

La producción y fabricación de muebles es una actividad económica de gran importancia para el desarrollo del PIB de Colombia, es por eso que es un mercado que posee cada vez mayor cantidad de empresas que acuden a este sector como forma de negocio. A parte de la llegada de empresas de carácter internacional hay una potenciación y ampliación de las que ya se encontraban inmersas en el mercado para lograr mantener el índice de competitividad y un estatus clave para mantener la fidelidad y captación de los clientes.

En una empresa de muebles en aras de la mejora continua y para mantener competitividad en el mercado al que apunta, es necesario que apliquen la planeación, programación y control de la producción con la finalidad de mejorar sus procesos productivos y garantizar la satisfacción al cliente mediante aspectos como la calidad, el cumplimiento y el diseño; para la ejecución de las anteriores herramientas, inicialmente se hace un análisis de la situación actual de la empresa que permita determinar los aspectos de mejora y las herramientas aplicables para los mismos, se realiza análisis de Pareto que permite trabajar con las referencias que poseen mayor rotación en el mercado, a las cuales se le harán estudios de tiempos, hojas de ruteo, diagramas de proceso y demás herramientas que permitan tener como resultado una propuesta que pueda ser implementada al interior de la organización.

Al desarrollar un estudio detallado del proceso en general y herramientas de planeación, programación y control de la producción, se busca aumentar la eficiencia de la planta en general y mantener un control detallado de todo el proceso con el fin de evidenciar las falencias, para analizar su existencia y así mismo encontrar una solución que permita mitigar problemas que afecten directamente a la rentabilidad de la empresa y la satisfacción de un cliente actual o potencial; cabe destacar que cada modificación debe ser analizada por medio de análisis de números y fórmulas que reflejen la variabilidad del proceso y la viabilidad de los proyectos de mejora o pruebas piloto que permitan apreciar las características que se involucran en la toma de decisiones claves.

El desarrollo de este trabajo se puede aplicar a cualquier empresa de fabricación de muebles. Dicho proyecto se desarrollará de manera breve así:

- Levantamiento de datos y extracción de datos importantes en fuentes de información verídica.
- Análisis de la capacidad y planeación de acuerdo a los datos obtenidos.
- Programación detallada de la producción para taller y producción en línea.
- Herramientas de control para el proceso en general.

Se finaliza el proyecto de grado con la realización de un plan de producción que permitan evidenciar la propuesta realizada, y el diseño del modelo que permita la validación de ésta.

## **2. Problema de investigación**

### **2.1.Planteamiento del problema**

La empresa de muebles está buscando ampliar su mercado para lograr un fuerte posicionamiento a nivel nacional en el sector de muebles, durante el desarrollo del mismo proyecto, han realizado apertura de nuevos puntos de venta en las algunas de las principales ciudades de Colombia; sin embargo, el área de producción no ha logrado adaptarse al crecimiento comercial que se está presentando.

La planeación y programación implementada en la actualidad por la empresa, no permite visibilizar el cumplimiento y tiempos de entrega que se efectúan con el cliente, debido a que, no existe una comunicación continua entre las áreas y la programación semanal que realiza el área de producción no cumple con estándares mínimos (no existe fecha exacta que informe la salida de producto final del proceso de producción) y; también, se está presentando stock de producto terminado que no ha sido solicitado a modo de pedido, ni como stock de seguridad lo que representa dinero estancado e incumplimientos en estado de crecimiento, incrementando costos por resarcimiento o inclusive, devoluciones de dinero.

Anexo a estos problemas se encuentra la ausencia de control durante todo el proceso productivo, lo que ocasiona que en algunas oportunidades las unidades programadas no sean las mismas que registran como producto terminado, incluso, se registra el ingreso de mercancía terminada de manera errónea y cuando se va a solicitar dicho producto, no se encuentra existente en la bodega principal o se encuentra en condiciones no aptas para distribuirlo.

### **2.2.Pregunta de investigación**

¿Cómo planear y programar la producción de una empresa de muebles para mejorar el cumplimiento y calidad que garanticen la satisfacción del cliente?

### **2.3.Objetivo principal**

Diseñar una propuesta de planeación, programación y control de la producción una empresa de muebles, acorde a datos estandarizados del proceso productivo, con parámetros de crecimiento y sostenibilidad de la compañía, para que se fabriquen productos de calidad, que se entreguen oportunamente y satisfagan las expectativas del cliente.

### **2.4.Objetivos específicos**

- Obtener información respecto al funcionamiento actual de los planes de producción y su control en una empresa de muebles.
- Identificar y evaluar herramientas de ingeniería industrial y su aplicación como sistemas de mejora para las falencias encontradas dentro del área de producción de la empresa, basado en la estandarización de tiempos y la programación para la satisfacción de la demanda.
- Elaborar una propuesta de planeación y producción que evidencien mejoras significativas frente a la sistematización y control de la planta y su funcionamiento.
- Desarrollar mecanismos que permitan evidenciar los beneficios que la implementación de la planeación y programación de la producción generara a futuro, dado la reducción de incumplimientos estimados, evidenciada en la utilización de maquinaria en la programación de taller.

### **2.5.Justificación**

Según (Producción, 2018), una de las principales falencias que presenta la empresa de muebles para el hogar se encuentran en la deficiencia de información verídica que se posee acerca de los datos de producción que se encuentran en el sistema manejado en esta área de la organización; por lo cual (Producción, 2018) justifica necesario realizar una observación directa sobre los procesos productivos de la empresa con la finalidad de dar respuesta a los problemas de incumplimiento y calidad, con la finalidad de mejorar estos aspectos básicos que contribuyan al crecimiento de la empresa.

Este trabajo como se ha evidenciado anteriormente surge con la necesidad de mejorar los procesos de producción al interior de una empresa que se encuentra creciendo rápidamente y necesita brindarle la mayor satisfacción al cliente en términos de calidad y tiempos de entrega, además con la ejecución de este proyecto se busca implementar las herramientas ingenieriles aprendidas a lo largo de la carrera con la finalidad de brindar soluciones a problemáticas evidenciadas al interior de la organización.

El presente proyecto se encuentra direccionado a una propuesta de planeación, programación y control de la producción llevado a cabo en la empresa productora de muebles, y desarrollado con la finalidad de optar por el título de profesional en Ingeniería industrial en la Universitaria Agustiniana.

## 2.6.Limitación

Georreferenciación: La fábrica productora de muebles se encuentra ubicada en el municipio de Sopó – Cundinamarca, kilómetro 2 Vía Briceño, Sopó (Vereda Pueblo Viejo), sin embargo, los puntos de venta se encuentran distribuidos por todo el país.



Figura 1. Ubicación geográfica del punto de fábrica para la empresa de muebles

Temática: Planeación, programación y control de la producción; se usan doce referencias de muebles para el desarrollo del trabajo, estas se encuentran dadas por la demanda del mercado y productos de mayor rotación en los puntos de venta.

Tiempo: La investigación, trabajo de campo y ejecución de alternativas se desarrolló en el periodo de tiempo comprendido entre los meses de mayo del año 2018 y marzo del presente año (2019).

## **2.7.Hipótesis**

La aplicación e implementación adecuada de las herramientas de planeación, programación y control de la producción en una empresa productora de muebles permitirá establecer una mejora en su plan productivo, asintiendo establecer las necesidades netas de fabricación, tiempos e insumos necesarios por periodos de tiempo. Su sustento y validez se encuentra apoyada en el desarrollo del trabajo.

## **2.8.Alcance**

Se realizará un análisis y estudio detallado de la actividad productiva que desarrolla la planta de una empresa de muebles, con el fin de diseñar una propuesta enfocada en la planeación, programación y control de la producción basado en:

- El análisis de los datos de ventas y pronósticos para escoger una muestra piloto de los productos más representativos de la compañía.
- El estudio detallado de los tiempos y movimientos, profundizando en el análisis de los micro movimientos para estandarizar tiempos preliminares entre áreas; evidenciado en la toma de tiempos por áreas de trabajo.
- Diseño de una propuesta piloto del plan de producción y MRP de la empresa productora de muebles, que garantice el cumplimiento de los compromisos de entrega.



### **3. Marco de referencia**

#### **3.1. Antecedentes de la investigación**

El tema de la planeación, programación y control de la producción ha sido analizado por varios ingenieros idóneos y pioneros que desarrollaron herramientas para facilitar su estructuración dentro de cualquier ámbito de producción, sin embargo, el proceso productivo es tan eficiente como sea el analista y el equipo que lo conforma, solamente su capacidad de ingeniar nuevos ideales y estrategias mediante el apoyo de las herramientas básicas lo definirán como un buen ingeniero categórico y el valor de la experiencia. A continuación, se describen cuatro antecedentes similares a esta investigación que permiten generar una guía u horizonte de lo que se plantea en este proyecto:

Un primer trabajo corresponde a H. Criollo (2010), quien realizó la: “Propuesta para implementar un modelo de planeación y control de la producción en la empresa de muebles El Carrusel LTDA.” como tesis para pregrado de ingeniería industrial; en este trabajo se manejaron herramientas de ingeniería para mejorar la eficiencia de la planta de producción y el área administrativa de la empresa, mediante la planeación y el control de la producción, dado que se implementa la producción sobre pedido y requerimientos de inventarios con una cantidad considerable de referencias. Es importante aclarar que la empresa implementaba algunas herramientas o métodos similares de manera informal, lo que permitía el funcionamiento de la planta, pero su punto de ataque es el mejoramiento de la eficiencia de la fábrica a partir de la implementación formal de herramientas que planifiquen la producción por lotes de los productos contra pedido y de inventario y mecanismos de control que garantizaran el cumplimiento de las hojas de ruta de cada referencia, garantizando el cumplimiento del tiempo estimado con el cliente y la calidad del mismo mediante la incorporación de material adecuado.

Dicha investigación, enmarca el plan maestro de producción en relación a todos los factores que intervienen en el proceso productivo como: la materia prima, el personas, las máquinas, etc.; y determina la producción conforme la información de ventas esperadas, la capacidad de producción y el nivel de existencias para así determinar lo que se debe producir para encontrar el punto de equilibrio en el que el sistema no colapse ni se

sobrecargue pero tampoco que se genere tiempo ocioso durante el desarrollo; la programación es demostrada mediante un gráfico de Gantt, en el cual se evidencian parámetros requeridos en el proceso junto con el tiempo de proceso de cada lote de producción. Luego de determinar la producción, se utilizan herramientas como los lotes económicos de pedido para determinar la cantidad que debe existir en bodega, variando según el nivel de producción dado por la demanda. También implementa DFC, que ataca a la planeación de la calidad y se analiza mediante la casa de la calidad que genera una relación entre lo que quiere el cliente y lo que es realmente el producto.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación, debido a que la problemática y el entorno de trabajo se asemeja al problema actual que se está desarrollando, de modo que, sirve como guía para evaluar cuáles herramientas se pueden implementar adecuadamente y que su resultado sea óptimo para dar solución al problema.

Un segundo trabajo corresponde a Sánchez y Aparicio (2015), quienes realizaron un “análisis y propuesta de mejora del sistema de producción de una empresa dedicada a la fabricación de muebles infantiles”, en este trabajo se desarrolla una mejora para la producción de muebles de una empresa específica debido a que, Lima presentó una desaceleración del porcentaje de PBI en el sector maderero, ya que la oferta es menor a la demanda, dado que, es necesario realizar cambios sobre la producción de estos productos para elevar el porcentaje de este factor y lograr competir en el mercado. Por otro lado, el análisis de la microempresa de muebles evidencia que existen falencias de requerimiento de materiales, no existe una planificación de la producción, hay presencia de desperdicios y mermas en los procesos, entre otros; pero según un diagrama de Pareto, se evidencia que la problemática con mayor fuerza para la ineficiencia de la empresa es la falta de planificación de la producción.

Los métodos que las autoras de este trabajo implementaron para generar la propuesta de mejora conforme a la situación actual se basó en la planificación de las operación y manufactura esbelta, dado que, inicialmente determinaron los pronósticos de ventas mediante el método estacional multiplicativo; luego, se estructura y se implementa la metodología 5S' en cada puesto de trabajo para estandarizar y mejorar los tiempos de operación; ya que se tienen los datos de manera más detallada del proceso, se realiza el plan

maestro de producción (MPS) semanalmente y por categorías de productos junto con un plan de requerimiento de materiales (MRP) dado los tiempos de operación y la capacidad de la planta; también, desarrollaron mecanismos de poka-yoke para disminuir los tiempos de inspección y reproceso que se estaban efectuando en el proceso productivo. Finalmente, de determinó por medio de herramientas de análisis económico la implementación de la propuesta, dando como resultado una TIR del 28% aproximadamente con un flujo de caja bastante interesante, dado que la retribución del sistema es beneficiosa para mejorar el estado actual de la empresa.

Este trabajo se relaciona con la problemática de la investigación actual, debido a que las herramientas que implementa son adecuadas para abordar algunas falencias que presenta actualmente la empresa de muebles, teniendo en cuenta que se basa en cuenta microempresa, de modo que, se debe estudiar detalladamente el desarrollo de la propuesta para poder adaptarlos a una empresa que maneja grandes cantidades de referencias y una alta demanda en el mercado.

Un tercer trabajo corresponde a Acosta; Mosquera y Olivo (2015), correspondiente a el desarrollo “mejoramiento del sistema productivo en una empresa del sector de madera y muebles del departamento del Atlántico” como trabajo de grado de ingeniería industrial, el cual evidencia el estancamiento que presentan las empresas ante el mercado debido a la ausencia de mejoramiento continuo que cumpla con el equilibrio de oferta y demanda; de modo que, en esta investigación se desarrolla una estrategia que garantice el mejoramiento de la efectividad para las PYMES del sector de muebles en la región del Atlántico.

El desarrollo parte desde la estandarización de los puestos de trabajo, caracterizado como uno de los factores críticos para poder iniciar un plan maestro de producción (MPS), debido a que esta herramienta debe ser precisa para garantizar el cumplimiento de los tiempos de entrega pactados con el cliente, y si no se encuentra estándar esto representa mudas y desperdicios en el proceso que hacen que el MPS sea ineficiente para mejorar el proceso productivo y demás áreas administrativas.

Este trabajo aporta a la presente investigación, una metodología fácil para diseñar un plan maestro de producción de acuerdo a parámetros claros para garantizar una alta

funcionalidad en el ámbito productivo; por otro lado, es guía indispensable para minimizar tiempos y costos que intervienen en el producto final.

Un cuarto trabajo corresponde a Gonzalez y Taborda (2016) en el cual se desarrolló una “Propuesta para la estandarización de los procesos de producción de la empresa Calzado Giorginna”, dicha empresa es productora y comercializadora de calzado para dama hecho en cuero 100% colombiano, y lleva 3 años en el mercado pero se ha evidenciado un estancamiento en el área comercial debido a los altos costos de producción y una disminución considerable de la producción; de modo que, es necesario aumentar la productividad para que siga compitiendo en el mercado y se logre obtener mayores beneficios financieros.

El desarrollo de la investigación tiene como primera instancia la descripción de los procesos de manufactura del calzado para identificar las falencias y mudas que se están presentando en la actualidad y determinar las actividades esenciales para el desarrollo del mismo; luego, se desarrolla la toma de tiempos con cronómetro de cada puesto de trabajo y la identificación de suplementos que representa cada uno para suministrar datos reales de tiempo que representa a ejecución. Por otro lado, desarrollan una nueva estructuración de la planta y balanceo de línea, propuesta que disminuye el tiempo de ejecución en un 33,73%.

Este trabajo aporta una técnica para estandarizar puestos de trabajo y optimizar los tiempos de mismo, con el fin de aumentar la capacidad y desarrollar un balanceo de línea, disminuyendo los tiempos muertos que presentan algunos puestos de trabajo y posibles cuellos de botella; de modo que, sirve como apoyo para el desarrollo de la estandarización de puestos de trabajo en la empresa en estudio.

## **3.2. Marco teórico**

### **3.2.1. Filosofía de Taylor.**

Taylor ha sido considerado como uno de los principales pensadores en el ámbito de la administración gerencial, sus fundamentos fueron expresados en su obra escrita “Principios de la administración científica”, en esta obra se exponen cuatro principios básicos de trabajo:

1. Organización del trabajo: Este ítem se enfoca en las estrategias que deben usar los administradores de las empresas para reemplazar los métodos de trabajo que no resultan eficientes, evitando la simulación del trabajo basado en tiempos, movimientos, demoras, responsables y herramientas.
2. Selección y entrenamiento del trabajador: Este pilar se enfoca en ubicar al personal adecuado a un trabajo correspondiente, que se adopten a sus capacidades y destrezas, proporcionando mejor calidad de trabajo a empleado y mejor respuesta del mismo en el área que está trabajando. En caso dado que el trabajo se realice de manera metódica, se debe precisar requisitos mínimos de trabajo para que se pueda tener un desempeño eficiente del cargo por parte de los operarios a cargo de esa actividad, escogiendo siempre al más capacitado para cada actividad.
3. Cooperación entre directivos y operarios: La concepción general de este principio es acordar que los intereses tanto de obreros como de empleadores sean los mismos, para lo cual se propone dar al obrero remuneración por su eficiencia en el trabajo o unidad producida, con la finalidad de generar incentivos para el trabajador sabiendo que, si produce más, ganará más, evitando hacer simulaciones de trabajo.
4. Responsabilidad y especialización de los directivos en la planeación del trabajo: La carga mental estará recargada sobre los jefes, que serán los encargados de la planeación; mientras que las cargas manuales estarán ligados a los trabajadores que serán los encargados de los procesos de producción; todo esto con la finalidad de lograr una división del trabajo con mayor eficiencia.

### **3.2.2. Estudio de tiempos y movimientos.**

El estudio de tiempos y movimientos tiene como pioneros de su estudio a Frederick Taylor, junto con Lillian y Frank Gilbreth; estos últimos encargados de la creación de la “Técnica moderna del estudio de movimientos”, la cual se puede definir como los movimientos corporales que se encuentran inmersos en la ejecución de una actividad o tarea, el estudio se basa en mitigar los movimientos innecesarios y el estudio e

implementación de una estandarización de movimientos que permitan obtener mayor eficiencia en los puestos de trabajo.

En base a las teorías aplicadas por los esposos Gilbreth y Taylor, se podría analizar un estudio de tiempos y movimientos, dentro de las actividades productivas que se llevan a cabo al interior de la empresa de muebles, con la finalidad de aportar un estudio que muestre cuales movimientos y actividades podrían ser eliminados por ser innecesarios para contribuir a la mejora de los tiempos de producción que tenga la compañía.

### **3.2.3. Plan maestro de producción.**

El plan maestro de producción o mejor conocido como MPS tiene su nacimiento y desarrollo en Estados Unidos a principios de los años 60's del siglo XX como un paquete informático que permitía dar una respuesta a los cálculos de las necesidades de materiales requeridos para una producción, posteriormente en el año 1975 se hace la publicación del libro "Material Requirement Planning" , en el cual ya se había sistematizado todo el conocimiento existente para la época, trabajo realizado por Joseph Orlicky; en este libro además cabe resaltar que se corrigen las prácticas de cerca de 700 empresas manufactureras de la región.

Con base a la teoría aportada por los estudios que se han hecho de MRP, se podría realizar un plan maestro de producción para la empresa de muebles para el hogar, ya que no cuentan con uno, para conocer los requerimientos necesarios para cada una de las familias de productos que maneja la empresa y los insumos totales para un periodo de tiempo determinado, calculando estos datos por medio de una herramienta de ingeniería y dejando de lado el método actual, en el cual se trabajan los requerimientos de materiales en base a estimaciones.

### **3.2.4. Planeación agregada.**

La planificación agregada, como también es conocida la planeación agregada, es un método que se usa para conocer la cantidad de producción en los volúmenes y tiempos oportunos de producción. La planeación agregada en su sistema aborda la determinación de la fuerza laboral requerida para la cantidad de producción, los niveles de inventarios

óptimos que se deben tener en la empresa y la capacidad externa, con la única finalidad de que se puedan satisfacer las necesidades de planificación en un tiempo medio entre 3 y 18 meses.

La planeación agregada serviría para la empresa en análisis, ya que se necesita conocer los ítems bajo la que está trabaja, ya que con el crecimiento de la demanda y la apertura de nuevos puntos de venta es indispensable mantener un control sobre los mismos.

### **3.2.5. Balanceo de línea.**

El balanceo de línea es la agrupación de tareas que se desarrollan de carácter secuencial en los diferentes centros de trabajo, con la finalidad de lograr el mejor aprovechamiento de la mano de obra que se encuentra en disponibilidad, de la misma forma el aprovechamiento máximo de las maquinarias, logrando reducir el tiempo ocioso.

El balanceo de línea permitirá a la empresa de muebles identificar la mejor forma de agrupar los centros de trabajo para que el desarrollo de las actividades de producción en cada uno de estos se realice de la forma más eficiente y con el mejor aprovechamiento de tiempo posible.

### **3.2.6. Planificación de los materiales.**

La planificación de los requerimientos de los materiales mejor conocido como (MRP), es la base de la creación del plan maestro de producción y tiene como finalidad principal conocer la cantidad de requerimientos necesarios para la producción que se necesite realizar, sin caer en inventarios de materias primas excesivos, la gran mayoría de MRP's tienen como base de funcionamiento diferentes softwares aunque también es posible su aplicación manualmente dependiendo de la cantidad de piezas a organizar.

La planificación de los requerimientos de materiales nace en Estados Unidos a mediados de los años 50 del siglo XX, mayormente siendo usados en los sectores productivos, estos sistemas permitían llevar el control de actividades de inventario, facturación y pago.

### **3.2.7. Programación de la producción.**

Una vez se haya finalizado con la elaboración del plan de producción hay que prepararlo para la producción, para lo que hay que generar ordenes de necesidades de producto para fabricación.

Dentro de esta tarea se involucran actividades de asignación de fechas y tareas a realizar dentro de las técnicas de programación a partir de los requerimientos de producción y las unidades de cada referencia.

- Programación hacia adelante: La programación hacia adelante es aquella que empieza cuando se cuentan con los recursos disponibles para fabricación, es decir cuando se poseen los materiales y se conoce la demanda; su común utilización se da cuando se trabaja bajo pedidos.
- Programación hacia atrás: Su aplicabilidad se da de tal forma que se trabaja en orden inverso a la programación hacia adelante; es decir se empieza con la programación de la última tarea hasta llegar a la primera.

### **3.2.8. Control de la producción.**

El control de la producción básicamente se trata de verificar que todas las actividades conforme a como se han planteado y organizado se están haciendo de la manera adecuada con los resultados esperados de las mismas. Este permite evidenciar fallas, errores o desviaciones sobre el plan de ajuste.

- Fase orientación: Se hace la delimitación de la labor a realizar, además se hace especificación del requerimiento de maquinaria a emplear.
- Fase programación: En esta fase se delimita el tiempo para la realización de las actividades, donde se puede regular el tiempo a emplear.
- Fase de despacho: Hace referencia al cumplimiento del despacho de las órdenes a tiempo y de la pertinente notificación de las mismas a cada área inmersa.



- Fase de cumplimiento: Esta fase consiste en la determinación y evaluación de si el cumplimiento del trabajo se da como se encontraba planeado.

### 3.2.9. Simulación.

La simulación es un método que agrupa modelos matemáticos y lógicos que permite experimentar y representar el comportamiento de un modelo o actividad. La simulación sirve como mecanismo de observación, de descripción y como herramienta para predecir el funcionamiento una tarea.

### 3.3. Marco conceptual

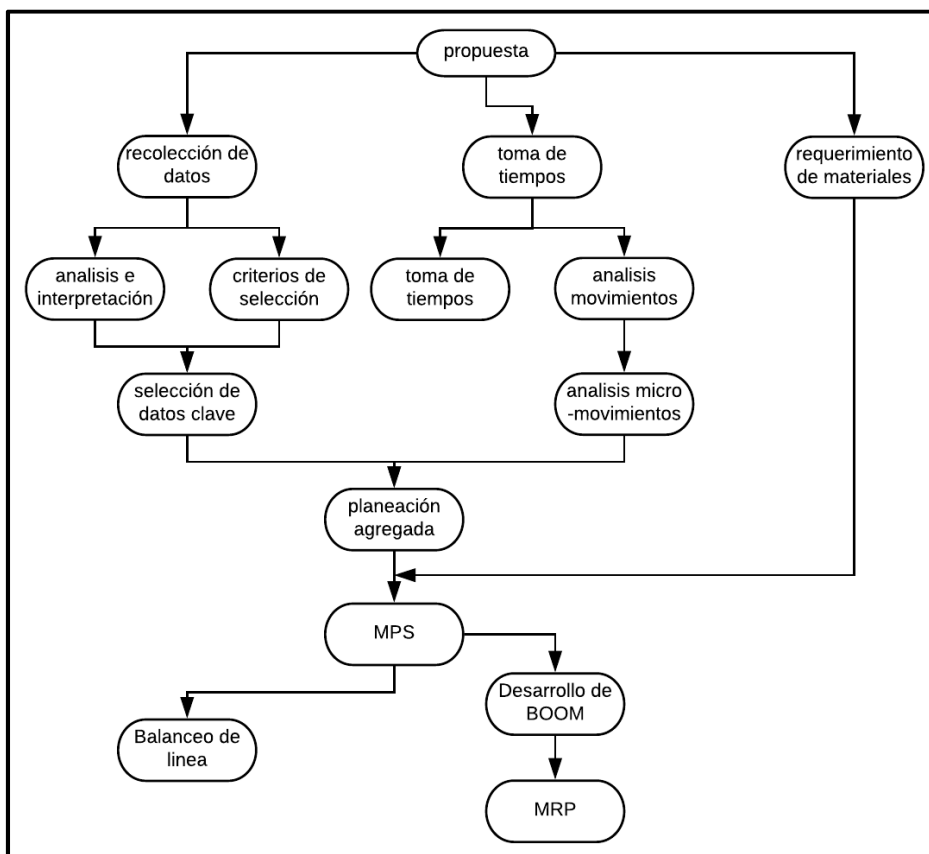


Figura 2. Marco conceptual del proyecto en mención.

(Recuperado de: Autoría propia - Lucidchart)

### 3.4. Estudio legal

La mayoría de las normas no afectan directamente el proceso o desarrollo de la investigación, sin embargo, cabe aclarar que las únicas normas de implementación obligatoria son las directamente involucradas con la salud y seguridad del trabajador. Para ejecutar de manera adecuada el proceso productivo en la planta de muebles es necesario tener en cuenta las siguientes normas:

Tabla 1.

*Normograma de calidad.*

CALIDAD		
LEY/ NORMA	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
ISO 9001:2015	Esta norma es la base fundamental para fijar un sistema de gestión de calidad en la empresa a nivel internacional, que permite integrar todas las áreas que la conforman mediante una serie de pasos y parámetros que obliga a reestructurar la organización para garantizar la calidad del producto o servicio que se está ofreciendo.	Para desarrollar la propuesta mejora en el área de producción, es necesario tener en cuenta los requerimientos de la norma para cumplir con la calidad que el cliente espera; de modo que, cada actividad que sea propuesta va a tener influencia sobre todas las áreas de manera indirecta, con el fin de cumplir con el objetivo propuesto.
ISO 9002	"Modelo para asegurar la calidad en la producción, la instalación y el servicio" según su nombre; esta norma se encarga de definir criterios de producción e instalación para garantizar la calidad del producto final.	Esta norma de calidad aplica directamente al proceso productivo (material, maquinaria, etc.) para lograr que el producto cumpla su calidad esperada, de modo que será implementada en toda la cadena de producción para cumplir lo anteriormente dicho, dado los criterios que establece la norma. El control de los procesos debe ser eficiente y sencillo.

GTC 10013	Dictaminan parámetros para la documentación del sistema de gestión de calidad con el fin de garantizar el conocimiento del sistema por todos los empleados de manera eficiente, con el fin de que todo el personal tenga la vista en el mismo objetivo.	Esta norma será aplicada para desarrollar manuales de puestos de trabajo que garanticen el entendimiento y la manera adecuada y estándar de realizar las operaciones, de manera que mitigue el error humano. También, se reforzarán los métodos de capacitación.
ISO / TC 165	Determina la estandarización de estructuras de madera y demás productos a base de este material, estableciendo requisitos para el diseño de las estructuras y métodos de pruebas, garantizando la ergonomía adecuada al ente que lo utilice.	Esta norma será aplicada para determinar si las referencias que están activas en el catálogo de productos son adecuados para los clientes, garantizando su satisfacción total.

Fuente: Autoría propia

Tabla 2.

*Normograma de salud y seguridad en el trabajo*

SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO		
LEY/ NORMA	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
Decreto 1072 de 2016	Desarrollada por el ministerio de trabajo, se encarga de establecer las normas y las pautas para garantizar la protección y promoción del trabajo digno, mediante la mitigación de cualquier riesgo al que se exponga la persona cuando desarrolla alguna actividad que demande el proceso.	Esta norma será aplicada como apoyo para garantizar las condiciones de los trabajadores al momento de estandarizar algunos puestos de trabajo de acuerdo a las normas de seguridad establecidas, con el fin de garantizar la seguridad del trabajador durante su permanencia en la planta.

OHSAS 18001	Esta norma establece los requisitos para el desarrollo adecuado del sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo, con el fin de mitigar y controlar los riesgos a los que se exponen los trabajadores.	Esta norma será aplicada para verificar y realizar las modificaciones necesarias al sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo que implementa actualmente en la empresa de muebles, de acuerdo a las modificaciones en el proceso.
UNE-EN 847:2014	Establece las herramientas de seguridad necesarias para la manipulación de herramientas para trabajar la madera.	Esta norma será aplicada como apoyo para construir el sistema de SST, conforme lo estipula la norma para garantizar la seguridad al momento de manipular las herramientas que facilitan la transformación de la madera.
UNE-EN 1870:2013	Establece las herramientas de seguridad necesarias para la manipulación de máquinas para trabajar la madera.	Esta norma será aplicada como apoyo para construir el sistema de SST, conforme lo estipula la norma para garantizar la seguridad al momento de manipular las máquinas que se utilizan para la transformación de la madera.

Fuente: Autoría propia

Tabla 3.

*Normograma de proceso general.*

PROCESO		
LEY/ NORMA	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
AEN/CTN 120	Normaliza la maquinaria que se debe usar para la transformación de la madera, estableciendo la terminología usada, las características y el diseño de cada máquina para el desarrollo óptimo del proceso.	Esta norma será aplicada para determinar la maquinaria adecuada, identificar la terminología que cada máquina utiliza y sus características, con el fin de conocer mejor el proceso y poder generar mejoras en su desarrollo.

Fuente: Autoría propia

Tabla 4.

*Normograma ambiental.*

AMBIENTAL		
LEY/ NORMA	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
ISO 14001	Es una norma internacional que se encarga de establecer parámetros para desarrollar un sistema de gestión ambiental, con el fin de identificar, actuar y controlar los riesgos ambientales que se desarrollan por la ejecución de la actividad industrial.	Esta norma será aplicada para identificar los riesgos ambientales que está causando el desarrollo de la actividad; con el fin de suministrar recomendaciones finales para mitigar el riesgo y ser responsables ante el medio ambiente.
Decreto 02 de 1982	Determina el método para medir la polución en el medio de algún elemento contaminante de la atmósfera y determina los niveles de aceptación y alarma para cada elemento, con el fin de garantizar el control del contaminante ambiental.	Esta norma será aplicada para identificar el nivel de polución que se mantiene en el área de trabajo para generar recomendaciones que logren mitigar el impacto ambiental si es necesario.

Fuente: Autoría propia

### 3.5. Marco metodológico

#### 3.5.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación que se va a trabajar es de carácter mixto, ya que dentro del desarrollo de trabajo se vinculan tanto datos del enfoque cualitativo, como de enfoque cuantitativo, ya que ambos comparten características tales como observación y evaluación de fenómenos desde el punto de vista de cada uno de los enfoques, ambos permiten la generación de suposiciones en base a las observaciones que ya han sido realizadas, hacen una revisión de las ideas y suposiciones planteadas sobre la prueba de análisis, y después de evaluadas ambas permiten generar nuevas conclusiones que abrirán la puerta a observaciones

y evaluaciones que permiten el esclarecimiento, cimentación o modificación de las ideas planteadas para la generación de unas nuevas.

El presente trabajo posee un tipo de investigación explicativa, ya que como precisa (Rojas, 2011) esta investigación “Averigua las causas de las cosas, hechos o fenómenos de la realidad”, este tipo de investigación posee su característica principal en que es la que más profundiza nuestro conocimiento de la realidad, lo que nos permite dar respuesta a los ¿Por qué? que se nos presentan en la organización.

Además como explica (Sampieri, 2014), “Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular”, esto se encuentra directamente ligado con lo que se busca realizar en el trabajo, ya que se poseen relaciones dependientes dentro de la planeación y programación, ya que se depende de una buena organización de producción para minimizar las quejas presentadas por los clientes a causas de incumplimiento y calidad; además que con la información aportada en antecedentes se puede observar una relación de causa-efecto entre las diferentes áreas con las que mantiene relación el área de producción.

Para la identificación del presente estudio se tuvo que disponer de diferentes métodos de recolección de datos, tales como lo fueron el estudio a profundidad de las causas raíz de las problemáticas organizacionales, mediante la observación e interpretación de los datos aportados por las áreas de la compañía, revisión de entrevistas y aportes dados por los integrantes de la organización, observación participante y no participante del comportamiento de las variables analizadas y el seguimiento de casos puntuales que guardaran relación con el problema de investigación.

### **3.5.2. Variables de investigación.**

La tabla 5 muestra las variables dependientes e independientes que se pudieron evidenciar en el desarrollo del trabajo y la aplicabilidad de los conceptos ingenieriles, con el fin de determinar las variables claves que guiaran el desarrollo de este para lograr el objetivo estipulado.

Tabla 5.  
*VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES DEL ESTUDIO*

VARIABLES INDEPENDIENTES	VARIABLES DEPENDIENTES
Calidad de productos	Costos de venta
Tiempos de producción	Cantidad unidades producidas
Número de turnos	Cantidad de producción
Planeación de producción	Nivel de producción
Capacitación	Eficiencia
Estudio de tiempos	Metas de cumplimiento
Cumplimiento	Fidelización
Tiempos de entrega	Satisfacción del cliente
Precios de venta	Ingresos de ventas

Fuente: Autoría propia

### **3.5.3. Instrumentos de recolección de información.**

Para la recolección de la información es necesario recurrir a diferentes herramientas tales como:

- Entrevistas: Es necesario hacer entrevistas que aporten información para el tratamiento de la problemática de la investigación, reconociendo cuales son las problemáticas que requiere intervención inmediata.
- Observación: Es necesario que se haga una observación de los procedimientos que se están desarrollando al interior de la empresa, además de esto es importante reconocer cuales son los procesos y como se hace cada uno de ellos.

- Listas de Chequeo: Es importante realizar lista de chequeo que evidencien el desarrollo de las actividades que realiza cada operario, el tiempo de duración y la calidad de las piezas que está trabajando.

Para el tratamiento de la información habrá que usar herramientas tales como gráficos y tablas que permitan evidenciar un comportamiento en específico de cada uno de los análisis que se esté realizando; acompañado de esto, se deberán hacer histogramas que permitan conocer el desarrollo de un ítem en determinados periodos de tiempo, para evaluar y analizar cómo está fluyendo su comportamiento.

Los gráficos de control permitirán evaluar si los resultados obtenidos en una medición se encuentran dentro del rango de aceptación que debe manejar la empresa, en caso de no ser así este gráfico mostrará anomalías que deberán ser tratadas.



#### **4. Metodología de la investigación**

Para el desarrollo del proyecto inicialmente, se tendrán en cuenta los datos de las ventas y evaluación de su comportamiento en los últimos 12 meses, de igual manera se hará un trabajo de campo que permita clasificar e identificar las familias de productos con los que cuenta la empresa de muebles.

Teniendo las familias se procederá a hacer un análisis de Pareto para determinar que familias representan el 80% / 20% de la compañía, de cada una de estas se obtendrá una referencia representativa (la referencia que pase por más estaciones de trabajo), convirtiendo todas las unidades de proyectadas de esa familia a dicha unidad, lo que permitirá ejecutar una prueba piloto sin analizar la totalidad de las referencias por motivos de tiempo y del alcance del proyecto.

Una vez este definida la unidad representativa por familia, se pone en marcha la recolección y levantamiento de tiempos y movimientos, en esta etapa el análisis de los micro movimientos es crucial para ganar tiempo; también se pretende realizar un estudio pequeño del tiempo ocio o de interrupciones que tiene la planta durante una semana para poder realizar un estimado de efectividad, ya que por motivos de desorganización y mala administración la planta no cuenta con ningún dato exacto y verídico para poder realizar una prueba piloto. Finalmente, con el plan agregado de producción, se evidenciará la falencia frente a la mano de obra y la reducción de costos que sería posible efectuar, estudiando las mejoras e implementándolas; sobre estos resultados se desarrollará el plan maestro de producción, el MRP y plan de compras para finalizar en el desarrollo de la programación de taller y las cargas de hombre máquina.

##### **4.1.Limitaciones de la investigación**

- Tiempos de respuesta largos a solicitud de información.
- Acceso a la información limitada, exclusivamente la financiera.
- Datos del proceso en el software que manejan actualmente, se encuentran erróneos.
- Operarios con no disposición para efectos de cálculo de tiempos y movimientos.

## 5. Desarrollo de la investigación

### 5.1. Análisis inicial

#### 5.1.1. Variables del proceso.

Las variables que intervienen directamente con el proceso productivo de una empresa de maderas son:

##### *5.1.1.1. Materiales*

En el proceso de la elaboración de muebles para el hogar se utilizan diversos materiales, sin embargo, la única materia prima es la madera de nombre “perillo”, esta madera es nacional y es proveniente de varios lugares como lo son: Caquetá, Choco, Vaupés, Arauca, Antioquia y alguna de las regiones de Amazonas, tal como lo explica (Angel.J, 2014) en su blog de infomaderas.com.

En la vida real, la madera tiene épocas de escases y es necesario remitir a otras referencias como el cedro o flor morado para lograr satisfacer la demanda, abastecer la planta y que todo esté en marcha sin ningún contratiempo; lamentablemente la empresa de estudio no cuenta con un aliado estratégico como proveedor para lograr mitigar estos contratiempos con planes de choque. Este material es abastecido de manera semanal de acuerdo con la planificación de la producción estimada.

Seguidamente, muchos productos tienen complemento de piezas en MDP de alta densidad o triplex, este suministro de maneja directamente con una empresa top del mercado que abastece a la planta de manera semanal de acuerdo con el cronograma de pedidos mensuales que se pacten; de igual manera este material es ideal para piezas que no requieren de tanta resistencia y que no se utilice un mueble como exterior porque se va a deteriorar mucho más rápido.

Otros insumos que acompañan a todo este proceso son:

- Tornillo, arandelas, insertos roscados y tuercas de diferentes especificaciones.
- Espárragos.

- Herrajes.
- Platinas y segmentos metálicos.
- Correderas full extensión y deslizadores de poliuretano.
- Tela de diseño importada, tela tricot, politex.
- Espumado (este material es de proveedor nacional).
- Cinta elástica.
- Tintes y pinturas.

La mayoría de los insumos tienen un abastecimiento periódico de un mes o cada dos semanas dado que son productos que no requieren de gran espacio para almacenaje. En cuanto a los herrajes y las telas, el proveedor solo determina una garantía de 3 meses.

#### ***5.1.1.2. Maquinaria y equipos***

La empresa de productos de madera cuenta con maquinaria especializada y avalada por el gremio del sector maderero, sin embargo, internamente no se maneja un control detallado de los mantenimientos preventivos que se deben ejecutar para mantener una producción sin contratiempos; de modo que, este es un factor crítico que afecta directamente el cumplimiento de las promesas de compra que regularmente se hacen en los puntos de venta.

La maquinaria tiene una frecuencia no muy alta de daño sin previo aviso o mantenimiento, pero cabe aclarar que es un tema que se debe contemplar como observación para mitigar factores de incumplimiento; también, hay maquinaria que esta sin utilización porque no lo ven necesario o porque no hay operarios capacitados para manejarlas.

Dentro de las áreas se encuentran maquinas como:

Tabla 6.

*Listado de máquinas por actividades general.*

ACTIVIDAD	MAQUINARIA Y EQUIPO
Corte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seccionadora.</li> <li>• Trozadora.</li> <li>• Sierra múltiple.</li> <li>• Sierra circular.</li> <li>• Sierra.</li> <li>• Sin fin.</li> </ul>
Enchape	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enchapadora de cantos.</li> </ul>
Maquinado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rover a.</li> <li>• Rover 24.</li> <li>• Skipper.</li> <li>• Taladro biesse.</li> <li>• Taladro múltiple.</li> <li>• Twin jet.</li> <li>• Twin nuevo.</li> <li>• Twin antiguo.</li> <li>• Planeadora.</li> <li>• Molduradora.</li> <li>• Torno intorex.</li> <li>• Cortorneadora.</li> <li>• Sierra taladro.</li> <li>• Prensa.</li> <li>• Espigadora.</li> <li>• Taladro de árbol.</li> </ul>
Texturizadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cepillo.</li> </ul>

---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lijadora de rodillo.</li> <li>• Lijadora orbital.</li> <li>• Lijadora vertical</li> <li>• Calibradora.</li> </ul>
Pintura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cefla.</li> <li>• Cabina de sellado.</li> <li>• Hornos de secado.</li> <li>• Compresores.</li> </ul>

---

Fuente: Autoría propia.

### ***5.1.1.3. Mano de obra***

El personal con el que cuenta la empresa ha sido capacitado conforme los requerimientos y estándares de la compañía, existen varios cargos polifuncionales con el fin de no afectar la operación en caso de que un operario falte y que maneje una maquina importante del proceso.

El turno que se maneja en la planta es de lunes a sábado de 6 am a 4 pm, tienen una hora de almuerzo reglamentaria y 2 break de 15 minutos cada uno, el primero es en horas de las 8 o 9 para el desayuno o las onces y el segundo se encuentra en horario de 3 pm. La planta cuenta con casino y personal que está a cargo de la cocina.

Los operarios existentes cuentan con dos cargos, el de operario principal y los auxiliares, el auxiliar es fundamental para ayuda en la mayoría de puntos de trabajo y son personas capacitadas para ejecutar las funciones de los operarios principales en caso de que algo ocurra y no pueda presentarse a su puesto habitual o se requiera para cubrir otro punto.

### **5.1.2. Selección de productos.**

La empresa de muebles actualmente tiene gran diversidad de productos o referencias que conforman su portafolio, dividido en 12 familias de productos, clasificadas de la siguiente manera:

- Aparadores
- Escritorios
- Mesa de noche
- Biblioteca
- Mesas Auxiliares
- Silla auxiliar
- Camas
- Mesa de centro
- Silla de comedor
- Complementarios
- Mesa comedor
- Silla escritorio

A su vez, cada familia se divide en varias referencias alusivas a la variedad de diseños de cada producto, dando como resultado un total actual de 289 referencias activas; sin embargo, trimestralmente se están desactivando y activando referencias para no saturar la producción ni el mercado y lograr un equilibrio.

### 5.1.2.1. Identificación de tipología ABC por familias

Para desarrollar la tipología ABC de este sistema de producción, se establece el total de la demanda por familias de acuerdo al acumulado de ventas presentadas desde enero hasta agosto de 2018, donde permite evidenciar que el 80% de las unidades demandadas pertenecen al 20% de las familias de la compañía, dada la Tabla 6. que se presentará a continuación, esta permite evidenciar que el 80% de las ventas corresponden a 7 familias de productos, los cuales son:

Tabla 7.

*Tabla de análisis de pareto.*

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	total	$\bar{x}$	%	$\Sigma$ %
Silla comedor	27	16	51	37	61	1348	2004	1181	4725	591	22%	22%
Cama	214	14	228	247	257	699	792	854	3435	429	16%	38%
Mesa de noche	142	10	157	205	232	695	787	829	3153	394	15%	52%
Mesa comedor	142	14	247	198	136	346	439	497	2148	269	10%	62%
Complementario	36	62	98	139	182	355	454	537	1863	233	9%	71%
Mesa auxiliar	28	37	85	130	211	454	392	227	1564	196	7%	78%
Escritorio	58	50	125	165	68	170	239	265	1140	143	5%	83%
Mesa de centro	29	21	59	63	67	291	369	204	1103	138	5%	88%
Biblioteca	26	23	56	69	99	331	279	162	1045	131	5%	93%

Aparadores	39	30	49	78	82	247	294	181	1000	125	5%	97%
Silla Auxiliar	29	21	25	55	62	126	135	103	556	70	3%	100%
									21732		1	

Fuente: Autoría propia.

Dado que se manejan más de 200 referencias, esta metodología nos permite minimizar en gran proporción la muestra necesaria para poder ejecutar el estudio de una manera más rápida y efectiva; cabe destacar que es realizado por familias con el fin de evidenciar posteriormente cual es el producto representativo de cada grupo y convertir cada referencia o diseño en un solo producto para efectos de toma de realizar pruebas matemáticas piloto y agilizar el proceso del estudio.

En la ilustración 3 se puede observar el comportamiento de las referencias en el diagrama de Pareto, en donde se hace una comparación de unidades versus referencias respecto a su porcentaje de participación y teniendo como referente el 80%, indudablemente las familias del 20% manejan significativamente semejanza en la fluctuación de ventas pero es muy mínima con referencia a las primeras familias, pero la diferencia no es mucha con referencia a la última familia que juega un papel de representación de familia, esto se debe a que existe gran variedad de productos.

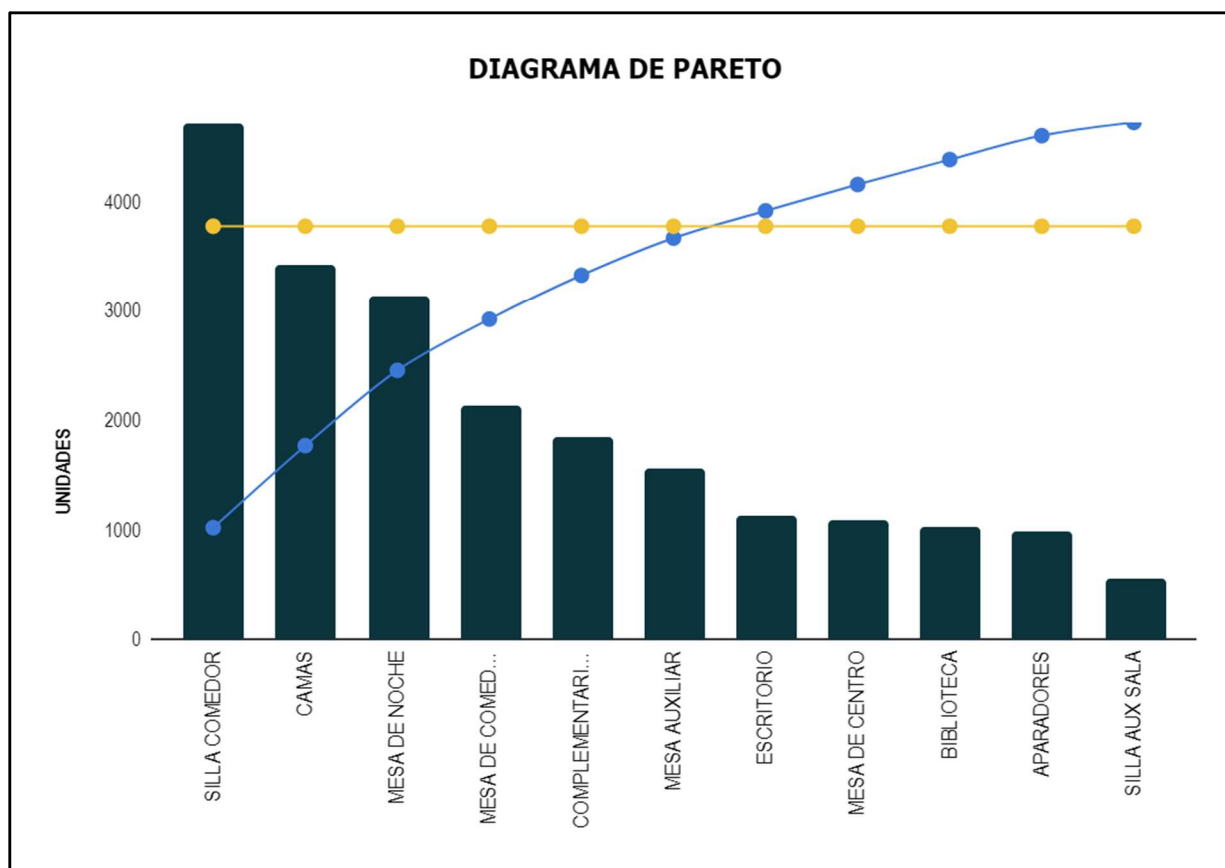


Figura 3. Diagrama de Pareto por familias de una empresa de empresa

(Recuperado de: *Autoría propia, Excel, 2018*)

### 5.1.2.2. Descripción de las familias Pareto

Después de identificar las familias de productos que representan la mayor participación de demanda de la empresa; El ingeniero de producción (2018) argumenta que las referencias principales de cada familia de producto sobre las que hay que priorizar el estudio son las que se presentan a continuación en la tabla 7. debido a que son las que poseen las rutas más largas de proceso y las que más rotación tienen durante todo el mes.

Tabla 8.

*Producto representativo por familia.*



FAMILIA	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
Sillas de comedor	7603	Banca 2 puestos 1m NF
Camas	7552	Cama 1,6 X 1,9m NF
Mesas de noche	7600	Mesa de noche 3 cajones NF
Mesa de comedor	5122	Mesa comedor 1,2 X 0,9m Nat
Complementarios	7572	Espejo de pared 1,5m NF
Mesas auxiliares	7562	Mesas Aux. triangulares 2 en 1 NF
Escritorios	3965	Escritorio sin cajones N+B

Fuente: Autoría propia

Estas referencias son seleccionadas con el fin de analizar todo el proceso de producción como referencia unitaria para toda la familia, allí se analizará la ruta que cada pieza del producto tiene, los tiempos sobre cada puesto de trabajo, la mano de obra requerida y la cantidad de materia prima que se requiere; esto se toma como referencia para determinar la información general y necesaria para continuar con el estudio.

### ***5.1.2.3. Descripción de las referencias Pareto y ruteo***

El ruteo describe cual es la ruta para cada producto, sin embargo, se manejará un ruteo inicial o ruteo de mecanizado y un ruteo final o ruteo de pieza total para producto semi-terminado; cada ruteo se compone de varias estaciones de trabajo, estas son:

#### ***5.1.2.3.1. Ruteo de mecanizado***

Este ruteo está compuesto por estaciones de trabajo con modalidad de producción de taller, de modo que, allí es donde se manufacturan las piezas de cada referencia y estas pasan por lote en cada estación de trabajo para ser producidas y transferidas a la siguiente estación. Luego de tener

todas las partes de un mueble, éstas son ensambladas convirtiéndose en un solo producto el cual pasa a ser procesado en el área de pintura; las estaciones de pintura se encuentran estipuladas en el ruteo de producto final. El ruteo de mecanizado se compone por:

Tabla 9.

*Estaciones de trabajo de mecanizado con código*

ESTACIONES DE TRABAJO – SEMITERMINADO					
MAQUINA	COD	MAQUINA	COD	MAQUINA	COD
Seccionadora	1	Trazo	12	Lijadora orbital	23
Enchapadora	2	Trozadora	13	Lijadora vertical	24
Rover A	3	Siera multiple	14	Calibradora	25
Rover 24	4	Planeadora	15	Agua colbon	26
Skipper	5	Molduradora	16	Cefla	27
Taladro biesse	6	Cepillo	17	Sinfín cnc	28
Taladro multiple	7	Contorneadora	18	Pre – ensamble	29
Twin jet	8	Sierra circular	19	Taladro de arbol	30
Twin nuevo	9	Sierra	20	Prensa de alta frec.	31
Twin ntiguo	10	Lijadora de rodillo	21	Lijadora horizontal	32
Sierra taladro	11	Torno intorex	22	Espigadora	33

Fuente: Autoría propia.

En la tabla anterior se pueden observar 33 actividades que se tienen en cuenta para la fabricación de muebles y que integran la línea de manufactura. Las actividades además se enumeran generando facilidad en el reconocimiento de estas al momento de realizar todo el análisis de datos.

A continuación, se expone cada referencia representativa con su respectivo ruteo de acuerdo con la codificación anterior, también se manifiesta la cantidad de partes que se requieren de acuerdo con la pieza para completar una unidad o producto final.

Nota: En el ruteo existen numerales que se encuentran entre paréntesis, esto quiere decir que, al momento de llegar a ese punto de la ruta, existen dos rutas alternas que cumplen con el objetivo, sin embargo, se tiene en cuenta en caso de que algún punto de proceso este saturado y se pueda utilizar la siguiente estación sin generar estancamiento de producto en proceso.

Tabla 10.

*Hoja de ruteo de la silla comedor.*

HOJA DE RUTEO DE LA SILLA DE COMEDOR		
PARTES	RUTA	CANT
Pata	12 – 28 – 15 – 17 – 18 – 21	4
Lateral	13 – 14 – 16 – 19 – 8 – 24	2
Chambrana	1 – 7 – 24 – 25	3
Chambrana lateral	13 – 14 – 16 – 19 – 8 – 24	2
Marco largo	13 – 14 – 16 – 19 – 11 – 24	2

Marco corto	13 – 14 – 16 – 19 – 11 – 24	2
-------------	-----------------------------	---

Fuente: Autoría propia.

Tabla 11.

*Hoja de ruteo de la cama*

HOJA DE RUTEO DE LA CAMA		
PARTES	RUTA	CANT
Lateral	13 – 14 – 28 – 15 – 17 – 18 – 8 - 21	2
Costilla	13 – 14 – 28 – 15 – 17 – 18 – 30 - 24	2
Marco superior	13 – 14 – 16 – 19 – 11 – 30	1
Chambrana inferior	1 – 8 – 25	1
Tablero	1 – 31 – 20 – 32 – 29	1
Larguero	1 – 2 - (3 - 5) – 25	2
Piecero	1 – 2 – 25 – 26	1
Travesaño horizontal	13 – 14 – 16 – 19 – 8 – 24	2
Larguero interno	1 – 2 - (3 - 5) – 24	2
Pata	12 – 28 – 15 – 19 – 8 – 24 – 29	4
Chambrana patas	1 – 2 – 33 – 24	2

Fuente: Autoría propia.

Tabla 12.

*Hoja de ruteo de la mesa de comedor.*

HOJA DE RUTEO DE LA MESA DE COMEDOR		
PARTES	RUTA	CANT
Tapa	1 – 3 – 25 – 26	1
Pata	13 – 14 – 16 – 19 – 22	4

Fuente: Autoría propia

Tabla 13.

*Hoja de ruteo de la mesa de noche.*

HOJA DE RUTEO DE LA MESA DE NOCHE		
PARTES	RUTA	CANT
Tapa	1 – 2 – (3 – 5) – 24 – 25	1
Costado cajón	1 – 2 – (3 – 4) – 24 – 25	2
Espaldar	1	1
Costados de cajón	1 – 2 – 6 – 24 – 25	6
Posteriores cajones	1 – 2 – 6 – 24 – 25	3
Testera	1 – 2 – (6 – 7) – 24 – 25	3
Fondos de cajón	1	3

Frentes	1 – 2 – 3 – 24 – 25	3
Puente	1 – (6 – 7) – 24 – 25	3
Zócalo	1 – (6 – 7) – 24 – 25	2

Fuente: Autoría propia.

Tabla 14.

*Hoja de ruteo de producto complementario.*

HOJA DE RUTEO DEL COMPLEMENTARIO		
PARTES	RUTA	CANT
Concha	1 – 31 – 20 – 23 – 26	2
Costado	1 – 2 – 10 – 24 – 25	2
Amarre	13 – 14 – 16 – 19 – 8 – 24	2

Fuente: Autoría propia.

Tabla 15.

*Hoja de ruteo de la mesa auxiliar.*

HOJA DE RUTEO DE MESAS AUXILIARES		
PARTES	RUTA	CANT
Tapa pequeña	1 – 9 – 24 – 25 – 26	1
Costado pequeño	1 – 9 – 24 – 25	2
Tapa grande	1 – 9 – 24 – 25 – 26	1

Costado grande	1 – 9 – 24 – 25	2
Entrepañó mesa peq.	1 – (6 – 7) – 24 – 25	1
Soporte	13 – 14 – 16 – 19 – 7 – 24	1
Soporte superior	13 – 14 – 16 – 19 – 7 – 30	1

Fuente: Autoría propia

Tabla 16.

*Hoja de ruteo de escritorio.*

HOJA DE RUTEO DE ESCRITORIO		
PARTES	RUTA	CANT
Tapa	(1 – 3) – 25	1
Pata larga	12 – 28 – 15 – 19 – 8 – 24	2
Chambrana patas	13 – 14 – 16 – 19 – 8 – 24	2
Pata corta	12 – 28 – 15 – 19 – 8 – 24	2
Apliche	12 – 28 – 15 – 19 – 33 – 24	4
Base	1 – 2 – 3 – 25	1
Costado	1 – 2 – 3 – 25	1
División	1 – 2 – 3 – 25	1
Espaldar	1	1

---

Aplique	12 – 28 – 15 – 19 – 8 – 25 – 20	2
---------	---------------------------------	---

---

Fuente: Autoría propia.

#### ***5.1.2.3.2. Ruteo de pieza total para producto final***

Este ruteo está compuesto por estaciones de trabajo con modalidad de producción en línea, de modo que, una vez las piezas estén completamente mecanizadas se proceda al área de ensamble para posteriormente trasladar al área de pintura donde es procesada por las siguientes estaciones de trabajo:

Tabla 17.

*Estaciones de trabajo en área de producto final.*

---

ESTACIÓN	COD
Ensamble	34
Tinta	35
Cabina de sellador	36
Horno de secado	37
Laca	38
Hornos de secado	39

---

Fuente: Autoría propia.

Teniendo en cuenta las estaciones mencionadas anteriormente, se discrimina la ruta que cada elemento ya terminado desde el área de mecanizado recorre para obtener como tal el producto



final; cabe destacar que, todos los productos que manejan una pintura oscura denominada como NF pasan prácticamente por toda la estaciones de la línea de producción exceptuando la parte de lacado; por otro lado; los productos que manejan un tono natural o denominado NAT ó N+B pasan solamente por el área de lacado y horno de secado dado que se deja el tono natural que trae tanto la madera como el MDF y los enchapes previamente utilizados en las piezas. A continuación, se muestra la tabla 17 donde se evidencia la ruta que demanda el producto final.

Tabla 18.

*Ruteo de productos en estaciones de trabajo en área de producto final.*

PRODUCTO	RUTA PRODUCTO TERMINADO
Mesa de noche	34 - 35 - 36 – 37
Silla Comedor	34 - 35 - 36 – 37
Mesas auxiliares	34 - 35 - 36 – 37
Cama	34- 35 - 36 – 37
Mesa comedor	38 – 39
Escritorio	34 - 38 – 39
Complementario	34 - 35 - 36 – 37

Fuente: Autoría propia

## **5.2.Toma de tiempos**

Para lograr hacer mejoras y realizar la planeación, programación y control de la producción es necesario realizar la toma de tiempos de cada puesto de trabajo y actividad de acuerdo con cada referencia, de manera que, se procede a realizar la respectiva toma de tiempos en cada estación de trabajo, junto con cronómetro, tabla diseñada para la toma de tiempos, lápiz y calculadora. Este



En la práctica de la toma de tiempos, se tuvieron en cuenta tiempos que aplicaban para una gran cantidad de piezas, tales como programación de la máquina y traslados de piezas a ellas, que fueron trabajados en base a lo evidenciado en la empresa en lotes de producción de 40,50,60 o 100 piezas de acuerdo a las órdenes de producción, de manera tal que el tiempo demandado por todas las piezas fuera dividido y ajustado entre el número total de las mismas. También se observó que había que tomar tiempos por pequeños lotes de producción y dividirlos entre la cantidad de piezas que salían en el lapso asignado, ya que hay estaciones de trabajo que ejecutan la actividad de forma continua mientras sea alimentada con materia prima por parte de los operarios.

Al finalizar la toma de tiempos, la herramienta permitía evidenciar el tiempo requerido para la producción de 1 pieza, en base a las actividades y tareas requeridas para la consecución de la misma, para posteriormente ser sumadas y conocer la cantidad de tiempo total demandado por referencia de producto y máquinas de trabajo. En esta tabla se mantiene un porcentaje de holgura del 30% según información obtenida en una entrevista con el ingeniero de la planta, de tal manera que todos los tiempos tienen el aumento de dicho porcentaje dado. Tener en cuenta que estas holguras se presentan por la fatiga del trabajador de acuerdo a la postura, el puesto de trabajo, la manera de ejercer la actividad, el cansancio corporal y las necesidades básicas.

	1	2	3	4	5	6	7
<b>MESA ATENEA</b>	<b>85.9</b>	<b>46.5</b>	<b>35.6</b>	<b>15.2</b>	<b>15.1</b>	<b>62.5</b>	<b>79.5</b>
Tapa 7600	13.5	7.3	11.7		15.1		
Costados 7600	13.0	8.4	12.3	15.2			
Espaldar 7600	12.9						
Costados cajón 7600	5.5	6.7				13.7	
Posterior cajón 7600	5.5	7.8				12.3	
Testero 7600	6.9	7.8				12.7	38.4
Fondos cajón 7600	11.6						
Frente cajon 7600	6.9	8.4	11.5				
Puente 7600	5.0					11.9	20.5
Zócalo frente 7600	5.0					11.9	20.5
<b>BANCA TURIN</b>	<b>7.4</b>						<b>22.4</b>
<b>MESAS NICOLA</b>	<b>53.0</b>					<b>12.0</b>	<b>43.9</b>
<b>CAMA VENEZIA</b>	<b>81.3</b>	<b>79.9</b>	<b>42.7</b>		<b>51.2</b>		
<b>COMEDOR HANNA</b>	<b>19.4</b>		<b>26.7</b>				
<b>ESCRITORIO HIVER</b>	<b>40.8</b>	<b>27.8</b>	<b>73.4</b>				
<b>ESPEJO PREVIA NF</b>	<b>12.5</b>	<b>20.6</b>					

Figura 5. Vista previa de la matriz general de tiempos.

(Recuperado de: *Autoría propia, Excel, 2018*)

La figura 5 es una muestra o vista previa de la tabla matriz general de tiempos que se encuentra en el anexo 2, allí se encuentra ya el resumen de los tiempos por partes, este incluye el tiempo de las holguras anteriormente mencionadas; existen filas principales con el nombre principal del mueble y la suma de los tiempos que pasan por cada estación de trabajo, dado que este tiempo es por pieza; luego, este tiempo deberá ser multiplicado por la cantidad de piezas que dan como resultado la pieza final; también, se encuentran las piezas que lo componen ya subdivididas y en ellas se encuentra el tiempo por máquina de manera individual.

Cabe aclarar que pese a que los autores sugieren trabajar bajo la modalidad de minuto decimal u hora decimal esta aplicación se hará al momento de ejecutar la programación de taller, ya que la cantidad de piezas ameritan el manejo de esta unidad; para el manejo de tiempos de capacidad se decide manejarlo en **segundos decimal**, debido a que la matriz principal contempla los tiempos de una sola unidad por referencia, por lo cual no se considera adecuado manejar las dos primeras unidades contempladas debido a que no se vería claramente los requerimientos de tiempo relacionados.

### 5.2.1. Determinación de número de ciclos

Para la determinación del número de ciclos necesario para hacer el cálculo de la cantidad de veces que hay que realizar la toma de tiempos es importante la aplicación de la siguiente fórmula, está se realizará bajo método estadístico:

Método estadístico

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

*Ecuación 1. Fórmula para determinar el tamaño de la muestra.*

Recuperado de: <https://slideplayer.es/slide/10675275/>. Lagos, S. 2017)

Dada la fórmula anterior, se extienden las siguientes variables.

$n$ = Tamaño del número de muestras que es necesario calcular

$n'$ = Número de observaciones del estudio preliminar anteriormente hechas.

$\Sigma$ = Suma de los valores

$x$ = Valor de las observaciones

40= Número dado como constante para un nivel de confianza de 94,45%

A continuación, se presenta un ejemplo del manejo de este dato con referencia a la toma de tiempos por actividades: (Ilustración 6).

HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS															
Descripción de la operación:															
Numero de parte		Numero operación		Numero de dibujo		Nombre de la maquina			Numero de maquina						
Tapa 7600		1				Seccionadora			1						
Nombre del operador		Meses de trabajo		Departamento		Numero de herramienta			Alimentación						
									Velocidad						
Descripción de las partes				Especificación del material				Ciclo de maquina							
								Tiempo:							
Numero de elemento	Descripción del elemento		Lecturas										Total/Ciclos	Tiempo promedio	Número de lecturas requeridas
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Ubicar la lamina en la maquina	R	25	22.7	21.6	29.6	20.3	23.9					1.19		5.481828908
		E													
2	Programar la maquina	R	5	3.6	4.2	3.9	5.2	2.9					0.21		5.670931396
		E													
3	Operación de maquina	R	128.4	122.4	133.8	130.8	132.6						6.48		1.245017505
		E													

Figura 6. Ejemplo de el número de lecturas por actividad.

(Recuperado de: Autoría propia, Excel, 2019)

### 5.2.2. Análisis de la utilización de la planta.

Este análisis tiene como objetivo determinar o estimar la capacidad real que se está manejando actualmente en la planta, de modo que se plantea un estudio o análisis de una semana como lapso indicando la cantidad de máquinas que permanecen sin novedad de funcionamiento ya sea por

mantenimientos, arreglos y/o falta de operario; este proceso se realiza con el fin de generar una estimación aproximada a la prueba piloto de estudio. Cada factor tiene como significado:

- **Mantenimiento:** los mantenimientos preventivos que se realizan a las maquinas cuando ya están fallando o maquinas que al día anterior estaban averiadas, al siguiente día entran en un estado de mantenimiento.
- **No está activa:** Maquinas que se encuentran actualmente en poder de la empresa pero que no se utilizan por falta de operario o porque no lo ven necesario.
- **Avería:** maquinas que dejan de funcionar por factor mecánico.

Tabla 19.

*Utilización general de la planta de acuerdo con las maquinas activas.*

	Número de máquinas totales	Número de máquinas varadas / Causal			Total	utilización general
		Mantenimiento	No está activa	Averitada		
Lunes	54	2	5	1	46	85,2%
Martes	54	4	5	1	44	81,5%
Miércoles	54	3	5	1	45	83,3%
Jueves	54	4	5	0	45	83,3%
Viernes	54	2	5	0	47	87,0%
Sábado	54	3	5	0	46	85,2%

Fuente: Autoría propia.

Por medio de estos datos, se logra simular 53 semanas de probabilidad de daño de la máquina, teniendo en cuenta que se manejan aleatorio entre 0 y 3 para el causal de mantenimiento, 5

máquinas para causal de falta de operario y aleatorio entre 0 y 2 para causal de avería; para generar la simulación se utiliza la herramienta VBA mediante macros de Excel; dicho estudio nos permite evidenciar que existe una probabilidad del 35% de que una maquina no esté trabajando por alguna de estas variables; de manera más específica se maneja un porcentaje de: Mantenimiento: 8%, falta de operario: 25% y avería: 2%. (Anexo 3).

Este dato nos permite mantener una exactitud un poco más real para poder generar los cálculos y las pruebas piloto para el estudio en mención.

Estos datos mantienen una desviación estándar de 0,197774, manejando un nivel de confianza del 95% se obtiene un rango de -0,0307016, dando como resultado un margen o intervalo de 32% - 38%.

### 5.3.Capacidad de la planta

Para el cálculo de la capacidad de la planta, se tuvo en cuenta los tiempos disponibles que se tenían en cada una de las estaciones de trabajo, tanto de Maquinaria, mano de obra y materiales con la finalidad de conocer cuáles eran los cuellos de botella, la disponibilidad en cuanto a tiempo de los agentes inmersos en cada actividad.

En la ejecución de esta actividad se dispuso a trabajar con base a:

- Capacidad teórica; la cual se entiende como la mayor producción que se puede alcanzar trabajando bajo circunstancias ideales, con un trabajo forzado a la mayor eficiencia posible de personal y maquinaria.

Este tiempo fue dado bajo la condición de los datos brindados por la capacidad efectiva, sobre el porcentaje de efectividad sobre el cual se encontraba trabajando la empresa en base a holguras y tiempos perdidos.

$$\text{Capacidad teórica} = \frac{\text{Capacidad efectiva}}{\% \text{ de efectividad actual}}$$

*Ecuación 2.* Fórmula para determinar la capacidad teórica.

Recuperado de: *Administración de producción y operaciones. Chase, J. (2000)*

- Capacidad efectiva; Se encontró dada por restricciones que se pueden encontrar en cualquier empresa, tales como paros de maquinaria, hacer el proceso de forma incorrecta por parte del personal y la suma de tiempos perdidos. Para la aplicación práctica de esta capacidad se manejó el porcentaje de utilización por máquina ya anteriormente calculado y la disposición que se tenía de la capacidad real; como se muestra a continuación.

$$\text{Capacidad efectiva} = \frac{\text{Capacidad real}}{\% \text{ de utilización de la máquina}}$$

*Ecuación 3.* Fórmula para determinar la capacidad efectiva.

Recuperado de: *Administración de producción y operaciones. Chase, J. (2000)*

- Capacidad real; se encontró en base a la producción real que se puede obtener en la empresa con conocimiento de los datos anteriormente tratados, de cantidad de unidades producidas en un periodo de tiempo (1 hora), multiplicada por la jornada laboral que se mantiene en la empresa (8,5h / día); como se muestra a continuación:

$$\text{Capacidad real} = \text{Unidades por turno} = \text{Piezas por hora máquina} * \text{Jornada laboral}$$

*Ecuación 4.* Fórmula para determinar la capacidad real.

Recuperado de: *Administración de producción y operaciones. Chase, J. (2000)*

También hay que tener en cuenta los cálculos que se realizaron para hacer un primer aterrizaje en base a la cantidad de unidades que se podían obtener por máquina, como lo son:

- Horas por máquina requeridas; dado en la suma de la cantidad de tiempos que se necesita de esa máquina para sacar una determinada cantidad de unidades; en este caso una de cada pieza que tiene el producto representativo.
- Piezas por máquina; que se encuentra dado por la cantidad de unidades físicas que salen de cada una de las máquinas en el tiempo dado por la misma; este dato se adquiere de



acuerdo a la cantidad de piezas que pasan por cada máquina en un lapso de tiempo inicial (seg/maq).

- En la planta existen máquinas que no están en funcionamiento, ya sea porque no hay personal capacitado para poder gestionar su funcionamiento o porque el personal se está utilizando para otras actividades de la empresa dentro de la misma área de producción; esto indica que, se está discriminando la cantidad de máquinas totales y la cantidad de máquinas que en realidad se están implementación en el proceso productivo.
- El porcentaje de utilización se determina de acuerdo con las indicaciones y experticia que tiene el ingeniero de la planta durante el tiempo que ha estado administrando la producción, dando así un porcentaje estimado de la utilización de cada máquina en uso.
- El porcentaje real de utilización es el derivado y obtenido del estudio de utilización de la planta (literal 5.2.2) allí se analizan las actividades adicionales para determinar la utilización general, dado que hay probabilidad de que una maquina este quieta por motivos de no control.
- El porcentaje de efectividad se toma de igual manera que se realizó con el porcentaje de utilización, de acuerdo con la experiencia y habilidad que el ingeniero de la planta tiene para controlar y cuantificar todos los procesos.

Seguidamente, se evidencia el desglose de los cálculos de la capacidad tal cual como se explicaron anteriormente; para la capacidad real se tomaron en cuenta la unidades por turno y el porcentaje de utilización calculado; seguidamente se encuentra la capacidad efectiva, esta se determina mediante el resultado de la capacidad real sobre el porcentaje de utilización por maquina estimado y, finalmente, la capacidad teórica se calcula mediante la división entre la capacidad efectiva y el porcentaje de efectividad estimada. Cabe aclarar que la capacidad fue calculada en base a la cantidad física de piezas que puede soportar para la producción cada área de trabajo, con su requerimiento por partes para la finalización de una unidad de cada una de las referencias.

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>HOR/MAQ</b>	0.083	0.049	0.050	0.004	0.018	0.021	0.041	0.097
<b>PIEZAS/MAQ</b>	30	14	10	1	3	6	7	10
<b># DE MAQUINAS</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b># MAQ UTIL</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>% UTILIZACIÓN</b>	96%	96%	84%	73%	82%	73%	68%	73%
<b>PIEZAS/HORA</b>	359.61	288.34	201.78	236.63	162.88	289.92	172.80	103.43

Und/Turno	3057	2451	1715	2011	1384	2464	1469	879
% util real calculado	35%							
% efectividad	70%							

<b>CAPACIDAD SEMITERMINADO</b>								
<b>CAP. TEORICA</b>	2956.6	2370.7	1895.9	2558.5	1567.8	3134.7	2005.7	1118.3
<b>CAP. EFECTIVA</b>	2069.6	1659.5	1327.2	1790.9	1097.5	2194.3	1404.0	782.8
<b>CAP. REAL</b>	1986.9	1593.1	1114.8	1307.4	899.9	1601.8	954.7	571.4

<b>PORCENTAJE DE PARTICIPACION DE REFERENCIAS DE ACORDE A MAQUINA</b>								
REFERENCIA/MAQUINA	Sec	Ench	Ro A	Ro 24	Skip	Bies	Mult	Tw jet
MESA DE NOCHE	28.6%	26.6%	19.9%	100.0%	22.7%	83.9%	54.5%	0.0%
SILLA DE COMEDOR	2.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	15.4%	16.8%
MESAS AUXILIARES	17.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	16.1%	30.1%	0.0%
CAMA	27.1%	45.7%	23.9%	0.0%	77.3%	0.0%	0.0%	42.1%
COMEDOR	6.5%	0.0%	15.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
ESCROTORIO	13.6%	15.9%	41.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	29.8%
COMPLMENTARIO	4.2%	11.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	11.3%

Figura 7. Vista preliminar del cálculo de la capacidad de la planta.

(Recuperado de: *Autoría propia, Excel, 2018*)

Para ver los cálculos de capacidad detallados diríjase al anexo 4.

De acuerdo con los cálculos explícitos en el anexo 3, la capacidad se daría de manera literal con referencia en el cuello de botella, los cuales son:

- Para el área de semiterminado: 212 piezas/Turno, de acuerdo con el cuello de botella “teórico” es la prensa, sin embargo, este dato no es el real porque no todas las camas pasan por este proceso.
- Para el área de pintura y terminado: 74 Unidades/Turno, teniendo en cuenta que el cuello de botella de esta área es la tinta. (estos ya son unidades de producto terminado).

Los datos determinados anteriormente son teóricos dado a los productos representativos de cada familia son los que más tiempo están en proceso y pasan por varios puntos de proceso, con el fin de acaparar el tiempo máximo posible de producción.

En la (Ilustración 7) también se puede evidenciar claramente el porcentaje de participación que posee cada una de las referencias en la utilización de cada máquina, con la finalidad de conocer cuales acaparan mayor porcentaje de requerimiento de tiempo dentro de las mismas.

#### 5.4.Pronóstico de demanda por producto

Para un proceso de estructuración, planeación y control es indispensable saber cuánto se va a proyectar el volumen de ventas con el fin de generar estrategias que permitan cumplir con dichos objetivos y garantizar la satisfacción al cliente en su ciclo total. La empresa en análisis no tiene un histórico robusto para obtener datos más precisos durante el análisis, sin embargo, se logró descargar datos históricos de un año, con el fin de proyectar las ventas esperadas desde abril de 2019 hasta diciembre de 2019. Este mecanismo permite generar un control de manera general en toda la compañía, garantizando un indicativo de ventas y a su vez un indicativo de producción; de modo que, es necesario generar una sincronización general para comenzar a evidenciar mejoras.

Existen dos técnicas amplias para pronósticos, las cuantitativas y las cualitativas; para efectos de este estudio se va a manejar una técnica cuantitativa con el fin de determinar parámetros como la tendencia, datos futuros, estacionalidad, entre otros factores. En este estudio se hizo la comparación de dos métodos de pronóstico, el método de suavización exponencial doble y el método de media móvil ponderada, dando como resultado el siguiente análisis de cada método:

Tabla 20.

*Comparación de métodos para pronosticar.*

FAMILIA	suavización exp.2		móvil ponderado	
	DAM	MAPE	DAM	MAPE
Mesa de noche	172.3	20.81%	58.4	25.14%
Silla de comedor	352.3	25.85%	180.6	32.28%
Mesa auxiliar	150	24.89%	45.4	24.00%
Cama	124.1	18.48%	53.3	24.01%

Mesa comedor	78.8	21.85%	45.7	22.34%
Escritorio	104.5	27.13%	24.7	27.24%
Complemento	84.5	20.12%	49	20.14%

Fuente: Autoría propia.

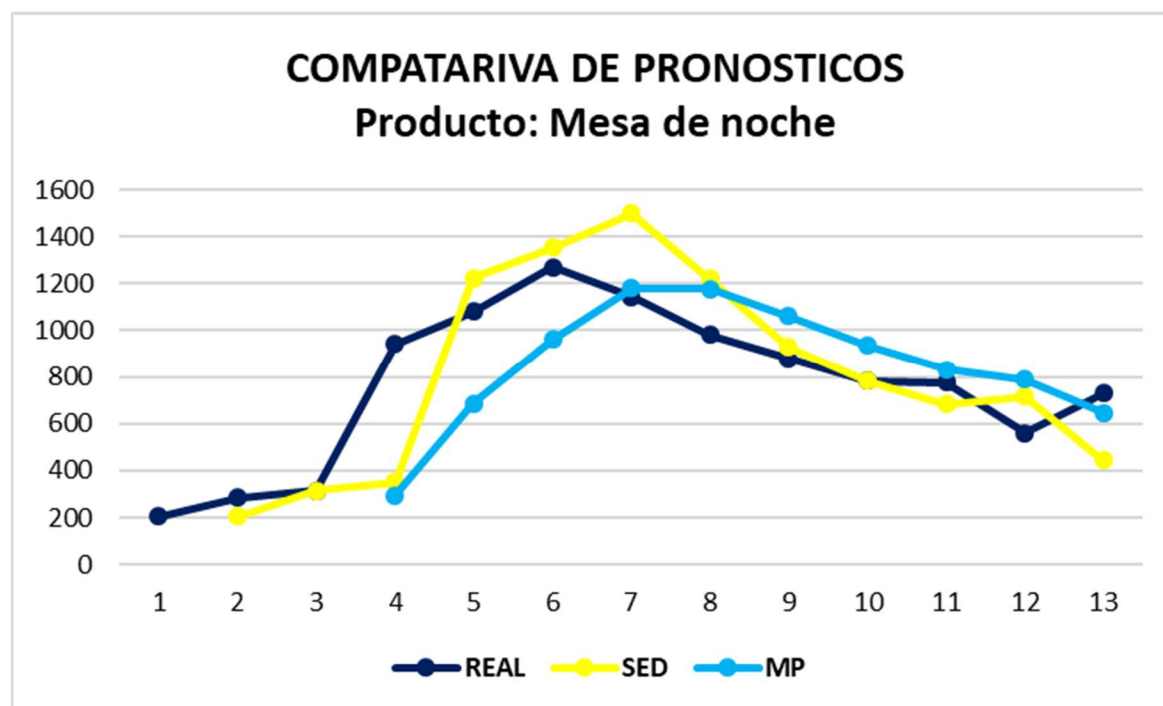


Figura 8. Grafica comparativa entre herramientas de pronóstico para la mesa de noche.

(Recuperado de: Autoría propia, 2019).

Se entiende por DAM al error absoluto medio y MAPE al error porcentual absoluto medio; de modo que, al analizar estos datos se puede observar que el DAM del método de suavización exponencial doble es mucho mayor que el de media ponderada, sin embargo, la mayoría de sus MAPE tienen un porcentaje menor con referencia al otro método; por este motivo, se decide continuar con el pronóstico por medio de la suavización exponencial doble.

Para la realización del pronóstico se utilizó el método de suavización exponencial doble, ya que a partir de la identificación de un grupo de datos de tendencia con un patrón estacional constante, se puede mitigar el impacto de las irregularidades de datos históricos con picos o bajos

que se destacan dado a los planes de mercadotecnia, teniendo en cuenta que estos meses tiene un comportamiento diferente al resto porque se manejan descuentos especiales, generando un aumento en la demanda de manera drástica. Se hace la aplicación de este método debido a que la mayor cantidad de ventas se encuentra representada en los meses de “aniversario” de la empresa, la suavización exponencial doble indica que el patrón histórico de la demanda no indica tendencia, ya que como se poseen únicamente los datos de un año de ventas, se busca realizar una primera aproximación a un método de aplicación de la ingeniería industrial.

Teniendo en cuenta que este método se maneja de manera inicial dados a los acontecimientos de la empresa, es necesario emplear un control de pronóstico como lo son las señales de rastreo que permite identificar que tan eficiente es el método que se esta aplicando para pronosticar de acuerdo a la demanda real, para ello hay que realizar un seguimiento estricto para no generar irregularidades en los datos y productos fabricados y así poder aplicar el método de pronósticos más asertivo de acuerdo al resultado de este indicador. Para ello, la formula aplicada es la siguiente:

$$\text{Señal de rastreo} = \frac{\text{Desviación acumulada}}{\text{DMA (desviación media absoluta)}}$$

*Ecuación 5. Señal de rastreo para el pronóstico.*

Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pronostico-de-ventas/control-del-pronostico/>, Ingenieros industriales online, 2019).

$$\text{DMA} = \frac{\text{Desviación acumulada}}{n}$$

*Ecuación 6. Desviación media absoluta.*

Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pronostico-de-ventas/control-del-pronostico/>, Ingenieros industriales online, 2019).

También es posible evidenciar gracias a la tabla de información que se mostrará a continuación que, las ventas actuales se encuentran en un periodo de fuerte caída debido a los problemas de incumplimiento hacia el cliente, lo que genera la insatisfacción del mismo y la pérdida de fidelidad hacia la empresa.

Tabla 21.

*Histórico de ventas de la empresa de muebles.*

	HISTORICO														
	2018												2019		
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
MESA NOCHE	181	136	206	283	314	942	1081	1271	1145	982	878	783	776	561	730
SILLA COMEDOR	56	37	76	92	123	1474	2139	1990	2105	1693	1562	1154	1042	997	1471
MESAS AUX	57	58	144	193	278	745	761	995	847	704	749	627	648	441	583
CAMA	240	144	228	247	257	699	792	908	928	748	620	570	625	509	645
COMEDOR	142	143	247	198	136	346	439	531	482	408	420	359	316	354	524
ESCRITORI O	84	73	181	234	167	501	518	592	386	374	422	551	409	354	344
COMPLEM ENTO	36	62	98	139	182	355	454	622	561	463	526	493	501	405	527

Fuente: Autoría propia

Para la aplicación del modelo de suavización exponencial doble es necesario tener en cuenta, los siguientes parámetros para su correcta aplicación:

Pronóstico para un periodo  $t$ ; esta fórmula es implantada para determinar el pronóstico definitivo teniendo en cuenta que dependen de las fórmulas que aparecen como ecuación 5 a 6;

$$\hat{X}_t = \hat{X}'_t + T_t$$

Ecuación 7. Fórmula para pronóstico del periodo T.

(Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/suavizaci%C3%B3n-exponencial-doble/>, Ingenieriaindustrialonline.com, 2018)

$$\widehat{X}'_t = \alpha(\widehat{X}_{t-1}) + [(1 - \alpha)(\widehat{X}'_{t-1} + T_{t-1})]$$

Ecuación 8. Fórmula para primera suavización exponencialmente.

(Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/suavizaci%C3%B3n-exponencial-doble/>, Ingenieriaindustrialonline.com, 2018)

$$T_t = \beta(\widehat{X}'_t - \widehat{X}'_{t-1}) + [(1 - \beta)(T_{t-1})]$$

Ecuación 9. Fórmula de estimación de tendencia.

(Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/suavizaci%C3%B3n-exponencial-doble/>, Ingenieriaindustrialonline.com, 2018)

Donde se entiende que cada letra se define como:

- $\widehat{X}_t$  : Pronostico calculado del periodo  $t$ .
- $\widehat{x}_{t-1}$  : Pronostico anterior al pronóstico actual.
- $\widehat{X}'_t$  : Suavización exponencial del periodo en análisis.
- $\widehat{X}'_{t-1}$  : Suavización exponencial del periodo anterior al actual.
- $T_t$  : Tendencia del periodo en análisis.
- $T_{t-1}$  : Tendencia del periodo anterior.
- $\alpha$  : Coeficiente de suavización, valor calculado entre 0 y 1.
- $\beta$  : Coeficiente de suavización para la tendencia, valor calculado entre 0 y 1.

Para la aplicación de los pronósticos, se realizaron dos tablas para cada uno de los productos, la primera asumiendo un alfa igual a 0,50 y la segunda; según la herramienta SOLVER (Microsoft Excel, 2019) que brindará la mejor solución posible minimizando el margen de error ajustándose a cada uno de los productos y familias.

Finalmente, se realiza el resumen detallado de los pronósticos de acuerdo a cada familia, tal como se encuentra en la tabla 20; para ver el detallado y la aplicación de las fórmulas con sus respectivos gráficos, diríjase al anexo 5, también se encuentra el comparativo de los alfa con los dos aplicativos, dando como resultado una aproximación muy justa y determinando a este método el adecuado para la cantidad de datos que se obtuvieron y la fluctuación de los mismo, en caso de que se aplique a la realidad, es necesario alimentar la base para decidir continuar con este método o aplicar otro según la certeza.

Tabla 22.

*Pronóstico de ventas de la empresa de muebles.*

	<b>PRONOSTICO</b>								
	2019								
	abr	Mayo	Jun	Jul	agosto	Sept	oct	nov	Dic
Mesa noche	718	730	742	755	767	779	792	804	817
Silla de comedor	1649	1867	2084	2302	2520	2737	2955	3172	3390
Mesa auxiliar	521	497	473	450	426	402	378	354	330
cama	628	639	650	662	673	684	696	707	718
comedor	623	730	838	945	1053	1160	1268	1375	1482
escritorio	316	288	259	231	203	175	147	118	90



complemento	552	589	627	664	701	739	776	813	850
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fuente: Autoría propia.

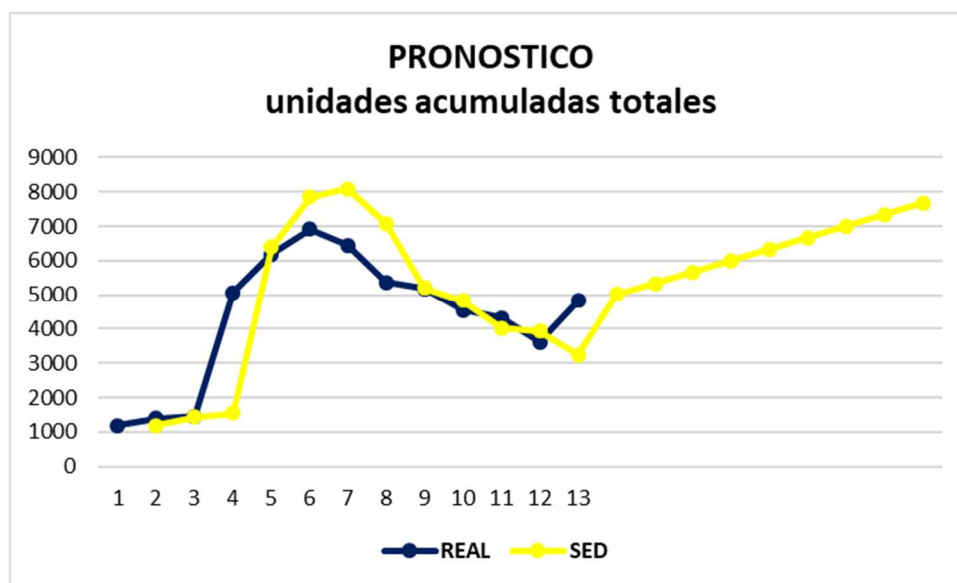


Figura 9. Grafica del pronóstico general vs datos históricos.

(Recuperado de: Autoría propia, 2019)

### 5.5.Planeación agregada

La planeación agregada busca generar un equilibrio entre la oferta y la demanda con el fin de garantizar el costo más bajo en criterios principalmente como la mano de obra y los inventarios, determinando cual va a ser el volumen de ventas de acuerdo con base al pronóstico y que capacidad tiene la empresa para responder; estos planes se realizan por lo general en un horizonte temporal para mantener la exactitud y una adecuada proyección gracias a la determinación del pronóstico de los históricos de ventas, allí se pretende comparar unidades/tiempo o simplemente tiempo, esto es de acuerdo a la autonomía y decisión del analista. Tener en cuenta que todo el documento y el análisis de plan agregado debe ir en las mismas unidades para no generar confusiones y datos erróneos al momento de tomar decisiones.

Para realizar la implementación de la planeación agregada de la producción se transformaron las unidades pronosticadas en unidades de tiempo general (horas/mes) independientemente de que tipo de producto sea; una vez se tenía toda la unidad de tiempo, se determinó la cantidad de horas disponibles de acuerdo a la cantidad de operarios que se manejan o se desean manejar, teniendo en cuenta el índice de productividad, esto facilita de manera precisa el cálculo requerido.

Los datos que se tienen en consideración para realizar la ejecución de la herramienta y su análisis son:

- La contratación del personal: Esta contratación se realiza por medio de una temporal, con el fin de evitar gastos al final de su contratación y blindarse la compañía para no tener algún sindicato o manejar indemnizaciones de alto valor.
- Inventarios: Lo ideal en este sistema es mantener inventarios muy bajos dado que no se cuenta con una bodega de almacenamiento que garantice el cuidado óptimo de cada unidad, lo ideal es que el producto terminado, llegue a la bodega de despachos, se asigne a una ruta y se despache de manera rápida y eficiente.

#### **5.5.1. Análisis de los métodos de planeación.**

Para la identificación y análisis de los métodos de planeación se tuvieron en cuenta la aplicación de tres modelos bases, que permitieran identificar económicamente cuál era el más acertado y viable de selección; para el estudio se tuvieron en cuenta:

- Fuerza de trabajo constante, con la cantidad de empleados que cuenta la empresa actualmente (47 personas), que puedan satisfacer la demanda, aquí es pertinente aclarar que en muchas de las estaciones de trabajo se debe contar con un ayudante que en teoría no cuenta como operario principal de la estación de trabajo. Sin embargo, en este aplicativo es evidente que hay desaprovechamiento de la producción en tiempos ociosos ya sea por reuniones, mantenimientos de máquinas y otras actividades extra. El valor monetario total es de \$607,973,074=, dicho valor es muy elevado porque se evidencia un desaprovechamiento del personal con el que se cuenta actualmente y se tiene más fuerza obrera de la que en realidad demanda para su correcto funcionamiento y cumplimiento, adicional que, de ser así,

no se están generando las unidades que teóricamente deberían estar saliendo de producción, dado que el detallado de este análisis determina que hay gran cantidad de producto sobrante.

- Responder a la demanda contratando y despidiendo personal, de acuerdo con los requerimientos de producción brindados por la demanda de muebles, se comienza con 29 trabajadores que son los requeridos para la producción del 1er mes de pronóstico y 15 personas como ayudantes fijos para cooperar con el tema de despachos, traslados y doble personal en máquinas que lo requieren por su esfuerzo físico. Este análisis nos permite evidenciar que el valor monetario total estimado es de \$307,028,555=, en referencia al valor constante del personal que se encuentra actualmente en la planta, la reducción del valor es de un 50% provechoso para lograr invertir en otros proyectos en pro de mejora de la empresa, sin embargo, es evidente que la empresa necesita una reestructuración de personal para comenzar a acomodar los valores a este valor de manera gradual.

Nota general; el valor de despido es nulo dado que la empresa contrata a un tercero para manejar el personal por medio de una empresa temporal.

- Mantener una fuerza constante de trabajo de 30 personas que permita producir la mayor cantidad de piezas en la jornada laboral, y pagar horas extra para terminar la producción demandada. Este estudio determina que el valor de mano de obra oscila en un valor de \$293,529,801=, demostrando así que, esta sería la modalidad con el valor de mano de obra más bajo, teniendo en cuenta que las horas extras se pagan al mismo personal directo, mejorando la consecución de la planta y la estabilidad de cumplimiento.

### **5.5.2. Método seleccionado.**

La selección del método se basó en aplicar el modelo que generará menor inversión de dinero de acuerdo con los estudios realizados y a los cálculos hechos, para la determinación de este, se analizan los valores monetarios mencionados anteriormente según su respectivo método, dando como conclusión que el método de planeación que se está realizando actualmente resulta muy costoso con referencia a las otras dos alternativas de cambio; por otro lado, las dos alternativas de contratación/despido y horas extras se podrían trabajar de manera simultánea para lograr un mejor dato, sin embargo la alternativa de contratación/despido no es muy adecuada dado que la

curva de aprendizaje de una persona tiende a retrasar todo el proceso, de modo que, el mejor método que se puede implementar actualmente es la implementación de horas extras cada vez que sea necesario dado a la demanda.

Se adjunta la siguiente tabla que permite observar los resultados obtenidos con la aplicación de cada uno de las heurísticas y la comparación en términos monetarios que permita escoger la mejor alternativa para la compañía.

Tabla 23.

*Resultado de cada método de plan de producción agregado.*

METODO	Valor (\$)
Mano de obra constante (actual)	\$607'973.074=
Contratación/despido	\$307'028.555=
MO constante con horas extras	\$293'529.801=

Fuente. Autoría propia

Como se puede observar anteriormente, la mejor alternativa es mantener una fuerza de trabajo constante con la implementación de horas extras cuando su horario habitual no alcance a satisfacer la demanda estimada. Inicialmente se maneja una fuerza de trabajo de 33 personas y 15 auxiliares u operarios de apoyo, pero los datos demuestran que se está excediendo en el número de personas que actualmente trabaja con la compañía en el área de producción, lo que evidencia una eficiencia muy baja del sistema actual y un costo bastante alto de la mano de obra que labora. El método que evidenció el más bajo costo trabaja con 30 operarios constantes, esto representa disminución de costos de contratación e implementación de hora extras siempre y cuando sean necesarias, para evitar mantener altos volúmenes de almacenamiento y una demanda insatisfecha.

El personal de apoyo se mantiene constante porque analizando cada puesto de trabajo es sumamente necesario contar con este número de personas que nos garanticen la fluctuación



*Figura 10.* Plan agregado de producción con fuerza obrera constante e implementación de horas extras.

(Recuperado de: *Autoría propia, Excel, 2019*)

Para observar las demás matrices del plan agregado de producción dirigirse a revisar el Anexo 6.

### **5.6. Plan maestro de producción (MPS)**

En la realización del plan maestro de producción se tuvieron en cuenta diferentes factores que ya se habían trabajado y tenían amplia aplicabilidad a este modelo; tales como:

- Enfocar el MPS a los resultados dados en las heurísticas del PAP, para conocer cómo sería el modelo que se va a plantear.
- Tener conocimiento de la cantidad de inventario disponible de cada una de las familias y referencias de trabajo, que permitieran consignar la cantidad exacta de producción por periodo de tiempo.
- Calcular el MPS con base a producciones constantes semanales que permitieran satisfacer la demanda de todos y cada uno de los productos trabajados; para asumir un MPS más aterrizado a la realidad se tienen en cuenta solo los días laborados reales, con el fin de porcentualizar la cantidad de producción estima por semana para no saturar la planta y poder cumplir con los requerimientos estimados.

Lo anteriormente expuesto se puede evidenciar como ejemplo en la figura 14 que se muestra a continuación para conocer el número de unidades necesarias de producción, el porcentaje de producción para cada semana y se genera una aclaratoria de los días que la semana toma a final de mes; cabe aclarar que la heurística que salió más favorecedora a la empresa fue la de fuerza de trabajo constante con manejo de horas extras y reducción en producto de almacenamiento, por lo que se podrá observar en el MPS que se va a fabricar estrictamente lo que se tiene pronosticado vender. Para ver el MPS completo, vea el anexo 7.

Los días que toma cada semana al inicio o al final de mes se acogen a cada mes con el fin de cumplir con la demanda estimada para que al final de mes se mantengan las unidades correspondientes teniendo en cuenta que la planta no trabaja los mismo días que se maneja el mecanismo de ventas; si la operación o el MPS se tomaba de manera estimada sin generar ningún

ajuste se obtendría un dato erróneo que no respondía a la solicitud requerida por la fuerza comercial.

	INV. DISP	DMND	NEC. NETAS ABRIL	PLAN PROD ABRIL					INV. DISP	
		ABR		DIAS MES EN CURSO	PROD UND DIA-MES	DIAS MES SIGUIENTE	DIAS DEL MES ACTUAL EN USO	DIAS DEL MES ANTERIOR		
MESA ATENEA	35	517	482	23	21	4	23	0		
BANCA TURIN	51	1431	1380	23	60	4	23	0		
MESAS NICOLA	103	247	144	23	6	4	23	0		
CAMA VENEZIA	15	628	613	23	27	4	23	0		
COMEDOR HANNA	0	623	623	23	27	4	23	0		
ESCRITORIO HIVER	3	212	209	23	9	4	23	0		
ESPEJO PREVIA NF	11	552	541	23	24	4	23	0		
<b>PLAN PROD 01 ABRIL - 04 MAYO</b>										
DIAS HABILDES LABORALES POR SEMANA				6	6	4	6	5		
EXTENCIÓN DE LA SEMANA PARA PLAN MPS				01 Abril-06 Abril	08 Abril-13 Abril	15 Abril-20 Abril	22 Abril-27 Abril	29Abril-04Mayo		
		DMND	NEC. NETAS	22.22%	22.22%	14.81%	22.22%	18.52%	INV.	
	INV. DISP	ABRIL	PROD SEM 1-5	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	DISP	
MESA ATENEA	35	517	561	125	125	83	125	104	0	
BANCA TURIN	51	1431	1616	359	359	239	359	299	0	
MESAS NICOLA	103	247	178	40	40	26	40	33	0	
CAMA VENEZIA	15	628	711	158	158	105	158	132	0	
COMEDOR HANNA	0	623	735	163	163	109	163	136	0	
ESCRITORIO HIVER	3	212	242	54	54	36	54	45	0	
ESPEJO PREVIA NF	11	552	632	140	140	94	140	117	0	

Figura 11. Vista preliminar del cálculo del plan maestro de producción; comparativo entre los días de cada semana vs las unidades requeridas por semana de acuerdo con los días.  
(Recuperado de: *Autoría propia, Excel, 2019*)

Este plan Maestro de Producción tiene en cuenta el inventario disponible y la demanda estimada, para poder dividir las cargas de producción de manera semanal, sin embargo, cuando se realice el Plan de producción de taller se especificará claramente que se va a producir de manera más detallada.

### 5.7.Planeación de requerimientos de los materiales (MRP)

El plan de requerimientos de materiales está basado de acuerdo con las semanas y las unidades dadas por el plan maestro de producción, este plan se basa en datos reales no por agrupación de familias como se está manejando en el proyecto, sin embargo, por escases de esa información no es posible considerar un MRP preciso porque se están tomando productos familia y producto representativo por familia. Previo a la estructuración del MRP se utilizó la herramienta BOM o lista de materiales (Anexo 8) y diagramas de árbol, con el fin de desglosar el producto en su máxima expresión e identificar todas las partes que lo componen. Aquí se muestra un ejemplo de dicho diagrama con el producto.

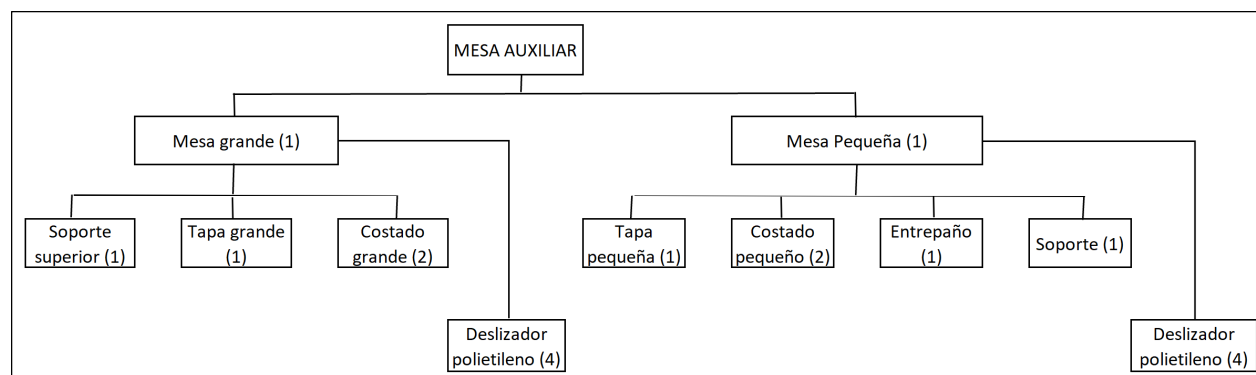


Figura 12. Diagrama de árbol de mesa auxiliar.

(Recuperado de: *Autoría propia, Excel, 2019*)

Este método permite identificar el listado de materiales requeridos para cada producto; el desarrollo de esta herramienta se maneja una tabla global y contiene todas las unidades de manera genérica, dado que gracias al listado de materiales ya se contabilizo por material las unidades requeridas mensualmente; allí se estipula cual es el tiempo de suministro, el stock de seguridad, el valor de cada unidad y la totalidad de acuerdo al mes y a la semana trabajada, tal como lo refleja la figura 15.

MATERIAL	UND	Tiempo de sum	Stock seg.	VALOR	DESCRIPCIÓN	SEM	0	PLAN COMPRAS 1
						cant	valor	
Tornillo drywall 8x1	Und	1 mes	100	52	Demanda	0		
					Recepciones programadas			
					Proyectado en mano	0		\$0.00
					Requerimientos netos	0		\$0.00
					Recepción de orden planeada	6322		\$0.00
				Liberación de orden planeada	0		\$264,018.09	
Tornillo drywall 8x2	Und	1 mes	100	110	Demanda			
					Recepciones programadas			
					Proyectado en mano	0		\$0.00
					Requerimientos netos	0		\$0.00
					Recepción de orden planeada	2243		\$0.00
				Liberación de orden planeada	0		\$200,013.47	
Tornillo drywall 8x3	Und	1 mes	100	48	Demanda			
					Recepciones programadas			
					Proyectado en mano	0		\$0.00
					Requerimientos netos	0		\$0.00
					Recepción de orden planeada	713		\$0.00
				Liberación de orden planeada	0		\$27,388.67	

Figura 13. Vista preliminar del plan de requerimiento de materiales y plan de compras de una empresa de madera.

(Recuperado de: *Autoría propia, Excel, 2019*)



Existen 3 tipos de materiales que se pueden ver reflejados con claridad en esta tabla, los que se solicitan de manera mensual como por ejemplo los tornillos y demás herramienta que no requiera demasiado espacio de almacenamiento; también están los productos que se solicitan cada dos semanas dado al volumen que ocupa versus su necesidad, y finalmente, los materiales que rotan continuamente como lo es la materia prima principal de madera y MDF.

### 5.8.Programación de taller

La programación de taller se ejecutó en base a los requerimientos de tiempos dados en horas (Ilustración 10), específicamente en el área de semiterminado, que poseía cada una de las actividades y a la relación de precedencias y procedencias que manejaban entre sí, con la finalidad de establecer cuales piezas podían pasar a cada máquina después de que esta estuviera libre, para la presente programación se tuvo en cuenta que los tiempos requeridos se encontraran dados por los lotes de producción necesarios demandados, con la finalidad que no ejecutar alistamiento de material doble vez para la producción de una misma pieza dos veces a la semana.

				SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
<b>ENCHAPADORA</b>	MESA DE NOCHE	B1	TAPA	0.3	0.3	0.2	0.3
		B2	COSTADOS	0.6	0.6	0.4	0.6
		B3	COSTADOS CAJON	1.4	1.4	0.9	1.4
		B4	POSTERIOR CAJON	0.8	0.8	0.5	0.8
		B5	TESTERO	0.8	0.8	0.5	0.8
		B6	FRENTE CAJON	0.9	0.9	0.6	0.9
	CAMA	B7	LARGUERO	2.2	2.2	1.5	2.2
		B8	PIECERO	0.9	0.9	0.6	0.9
		B9	LARGUERO INT	1.8	1.8	1.2	1.8
	ESCRITORIO	B10	CHAMBRANA PATAS	1.3	1.3	0.9	1.3
		B11	BASE	0.3	0.3	0.2	0.3
		B12	COSTADO	0.1	0.1	0.0	0.1
	COMPLEMENTO	B13	DIVISION	0.1	0.1	0.0	0.1
		B14	COSTADO	1.6	1.6	1.1	1.6

Figura 14. Vista preliminar de los requerimientos de tiempos dados para cada pieza en la programación anual.

(Recuperado de: *Autoría propia, Excel, 2019*)

Para observar la cantidad de tiempo requerido por cada pieza en cada uno de los puestos y máquinas de trabajo revisar (Anexo 9). Para la ejecución de la programación de taller se tuvieron en cuenta los tiempos dados en la matriz general de toma de tiempo, multiplicado por la cantidad de requerimientos necesarios para la producción de los lotes; con la finalidad de obtener un diagrama de Gantt de las máquinas de pre-ensamble (Ilustración 11), que permitiera evidenciar los usos de cada una de las máquinas y sus tiempos requeridos semanalmente para la producción;

cabe aclarar que se hace la producción de una semana y se evidencian los siguientes datos de uso de cada una de las máquinas en la semana (Tabla 24). Pare revisar el diagrama de Gantt completo revisar junto al anexo de requerimiento de tiempos. (Anexo 9)

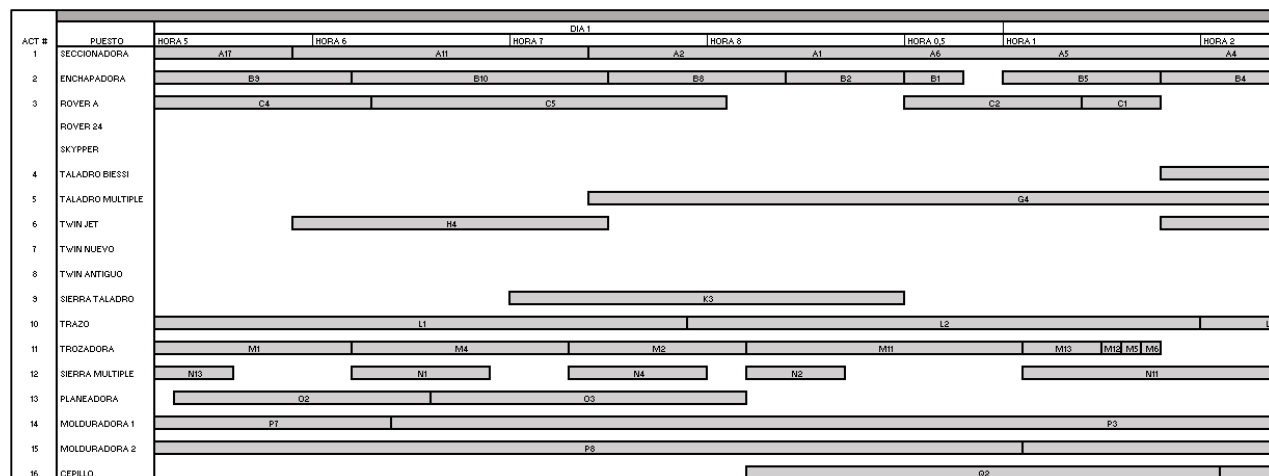


Figura 15. Sección de la programación de taller.

(Recuperado de: *Autoría propia, Excel, 2019*)

Tabla 24.

*Disponibilidad de tiempo y tiempo de uso de las máquinas semanal*

Maquina	# Puestos trabajo	Tiempo disponible	Tiempo Utilizado	% Utilización semanal
Seccionadora	1	51h	16.7h	32.75%
Enchapadora	1	51h	12.9h	25.30%
Rover A	1	51h	8.5h	16.67%
Rover 24	-	51h	-	0.00%
Skypper	-	51h	-	0.00%
Taladro Biessi	1	51h	7.6h	14.90%
Taladro múltiple	1	51h	12.5h	24.51%
Twin jet	1	51h	31.6h	67.85%
Twin nuevo	1	51h	2.6h	5.1%
Twin antiguo	1	51h	3.3h	6.47%

Sierra taladro	1	51h	18.5h	36.27%
Trazo	1	51h	11.1h	21.76%
Trozadora	1	51h	9.3h	18.24%
Sierra Múltiple	1	51h	6.4h	12.55%
Planeadora	1	51h	17.1h	33.53%
Molduradora	2	102h	44.7h	43.82%
Cepillo	1	51h	14.6h	28.63%
Contorneadora	1	51h	8.4h	16.47%
Sierra Circular	1	51h	14.5h	28.43%
Sierra	1	51h	3h	5.88%
Lijadora rodillo	1	51h	9.2h	18.04%
Torno intorex	1	51h	7.8h	15.29%
Lijadora orbital	1	51h	0.8h	1.56%
Lijadora vertical	3	153h	79.9h	52.22%
Calibradora	1	51h	24.7h	48.43%
Agua Colbon	1	51h	12.8h	25.10%
Cefla	1	51h	1h	1.96%
Sinfín	2	102h	20.2h	19.80%
Pre- ensamble	4	204h	35.2h	17.26%
Taladro de árbol	1	51h	6h	11.76%
Prensa	2	102h	33.9h	33.23%
Lijadora horizontal	1	51h	6.4h	12.55%
Espigadora	1	51h	10.5h	20.59%

Fuente: Autoría propia.

Se puede concluir que, a partir de la ocupación de cada una de las máquinas o áreas de trabajo, se puede manejar operarios que sean polifuncionales y que tengan manejo de varias máquinas para que puedan hacer varias tareas, con la finalidad de que no posean tiempos ociosos de gran envergadura; además se puede observar que las utilidades de las máquinas se encuentran en

muy bajos porcentajes, por lo que se podría inferir que cuando la línea se encuentra en un balanceo las piezas deberían ser terminadas en un tiempo relativamente corto y con cumplimiento total.

### **5.9. Control de la producción**

Dentro de las actividades anteriormente descritas y detalladas a lo largo del documento es necesario incluir, diseñar y establecer modelos de control a las actividades productivas de la empresa que aseguren que se están cumpliendo con las necesidades netas requeridas determinadas por los planes productivos.

Las etapas necesarias para la implementación del control de la producción que se establecieron fueron:

- Diseño e implementación de formatos de control para cada máquina u operario.
- Control visual de las operaciones máquina-operario
- El jefe de área establece junto con el operario la calidad de la pieza conseguida.
- Número de piezas con inconformidades y causa raíz de daño.

Es importante mencionar que el producto que no cumpla con las especificaciones puede concluir de dos formas:

- Desechado: Si su daño se debe a que su materia prima principal se encuentre en mal estado, por lo que resultaría inútil realizar reprocesos.
- Reprocesada: Si el daño no se debe a su estado natural, sino a un mal manejo por parte del operario o mal corte a causa de la máquina.

Los formatos diseñados se encuentran adjuntos en el (Anexo 10).

## **Propuestas brindadas a la empresa**

La empresa manejaba 2 áreas que trabajaban de manera independiente, estas eran producto semiterminado que se encontraba delimitado por códigos 8000 y pintura que eran los productos que subían de la primera área para darle la tonalidad finalidad del producto, identificados con código 9000. Además de esto los lotes de semiterminado que salían, no eran los mismos que entraban al área de pintura y no había comunicación entre las áreas para conocer la cantidad de unidades requeridas para cada color que ofrece la empresa.

Propuesta: Con la observación de lo anteriormente expuesto se propuso que se manejara área semiterminado y pintura en línea, de tal forma que los productos que salieran de la primera área fueran exactamente la misma cantidad que fueran a entrar a pintura, logrando que los requerimientos de cada color y material se dieran en las cantidades necesarias, mejorando no solo los tiempos de respuesta de los requerimientos, sino también la comunicación entre las áreas incluidas producción y comercial; además de esto se propuso que se manejan códigos únicos 9000, que fueran dados desde el área de semiterminado hasta la salida final del producto.

Aplicabilidad: La empresa SI aplicó la propuesta hecha.

La empresa en el área de pintura tenía una forma de trabajo en la cual las piezas que entraban como producto semiterminado ya se encontraban ensambladas, por lo cual hacía más difícil lograr llegar a algunas partes del producto tales como uniones, con los aerosoles en caso de ser pintura natural y con el trapo en el caso de la pintura color nogal francés.

Propuesta: En base a lo anteriormente dicho, se propuso que se designará una producción “por partes” que permitirá que después de la tarea de mecanizado se le asignará el color de pintura a las referencias, para luego poder realizar el proceso de ensamble; cabe aclarar que la manipulación con las piezas ya pintadas tenía que realizarse de una manera mucho más cuidadosa con la finalidad de cuidar lo mayormente posible la pieza.

Aplicabilidad: La empresa SI aplicó la propuesta hecha.

## 6. Recomendaciones

- La empresa actualmente no mantiene estandarizada la planeación ni la programación de las operaciones adecuada, por lo que se recomienda manejar en primera instancia el pronóstico de la demanda a futuro mes a mes que permita establecer las necesidades netas requeridas haciendo la evaluación de métodos que se ajusten a sus características de ventas históricos y empleándolo como base principal de la programación.
- Al realizar la planificación de la producción al interior de la empresa de muebles, se puede estimar las cantidades necesarias para atender las necesidades del mercado, y bajo lo contemplado anteriormente conocer las necesidades de recursos humanos, físicos y económicos que hay que dimensionar para viabilizar el plan en los periodos de tiempos establecidos por la compañía.
- Se hace de suma importancia que las áreas productivas posean mayor comunicación entre sí, para atender las necesidades de producción, cumpliendo con las necesidades requeridas, en el tiempo adecuado y las especificaciones demandadas que debe poseer cada producto, antes de su envío a los clientes; con lo expuesto anteriormente se evitaría recaer en el problema de los incumplimientos y plazos de entrega.
- Es importante que la empresa a mediano plazo implemente estrategias enfocadas a la implementación de programas de mantenimiento preventivo de las máquinas y utensilios usados en el proceso productivo, ya que la producción se encuentra expuesta a ser interrumpida por fallas en las maquinas, lo que afecta directamente el plazo de la entrega de los productos y la calidad de estos.

La aplicación de las anteriores propuestas, ayudarían a la empresa y tener un mayor control sobre los factores productivos, logrando estimar las unidades a producir en los periodos subsiguientes, conociendo los requerimientos de recursos físicos y humanos necesarios, la programación en base a mantenimientos de prevención y garantizando el cumplimiento de la demanda en tiempos delimitados.

## 7. Conclusiones

- Se pudo observar que la empresa no contaba con planes de producción y control estandarizados, ya que no poseía con un método de trabajo establecido debido a que la comunicación entre las áreas era casi nula.
- Las falencias principales del sistema de producción se encontraron en que no se tenía conocimiento de la capacidad real que poseían las máquinas y los puestos de trabajo, además que se desconocían los tiempos necesarios para la producción de cada una de las unidades en estudio, por lo que las hojas de tiempos y movimientos brindaron la información necesaria para la estandarización de los puestos de trabajo.
- la aplicación de herramientas industriales al interior de la empresa de muebles permitió evidenciar las áreas en las cuales había que poner mayor atención con la finalidad de mejorar la productividad y los tiempos de entrega a los clientes, teniendo conocimiento de los tiempos, recursos físicos, humanos y servicios de proveedores necesarios para cumplir a cabalidad los planes desarrollados.
- La propuesta de planeación y producción dada a partir del estudio de tiempos hasta la programación de taller permitió identificar que la empresa si cuenta con los recursos tanto físicos como humanos para cumplir con las necesidades demandadas por el mercado actual que posee la compañía.
- Se pudo establecer cuáles serían aproximadamente los materiales e insumos necesarios para la producción de la cantidad de unidades brindadas por los pronósticos, con la finalidad de que la empresa pueda realizar los planes de compras adecuados con tiempos precisos de entrega y con el conocimiento de los gastos en los que se están incurriendo en el desarrollo de este.
- Se puede concluir que, si la empresa manejara un ritmo de trabajo constante, y con una programación y control adecuado de la producción los incumplimientos estimados, deberían ser reducidos, ya que la empresa cuenta con la cantidad de maquinaria, de tiempo y de personal

necesario para manejar los requerimientos que se pudieran presentar en la actualidad, más el manejo de los incumplimientos acumulados que se manejara en el área de maderas.

- Habiendo realizado el plan de compras, la empresa puede conocer cuál sería la cantidad de insumos necesarios para cada periodo analizado, de manera tal que no se presentaran problemas de atraso de entrega a los clientes por carencia de materia prima.



## 8. Referencias

- Infomaderas* (2015). Maderas de Colombia, Perillo. Infomaderas. Recuperado de: <http://infomaderas.com/2014/01/29/maderas-de-colombia-perillo/>
- Chase, J. (2000). *Administración de producción y operaciones (manufactura y servicio)*. (Octava edición). Colombia: Editorial McGraw Hill.
- Administrador. (2015). Resumen del panorama mundial del mueble 2016. Recuperado de: <https://www.revistaporte.com/2016/01/15/383/#prettyPhoto>
- Cabot, P. (2016). La medición del trabajo. Recuperado de: <https://www.gestion.org/la-medicion-del-trabajo/>
- Capital humano. (2015). Definición y objetivos de la organización del trabajo. Recuperado de: <http://capitalhumano.cubava.cu/2015/07/17/definicion-y-objetivos-de-la-organizacion-del-trabajo/>
- Ingeniería industrial online. (2016). Herramientas para el ingeniero industrial. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/suavizaci%C3%B3n-exponencial-doble/>
- Dinero, R. (2017). Principales retos del sector de los muebles en Colombia. *Revista Dinero*.pg.12-13.
- El Economista América. (2018). Actividad fábrica de muebles Recuperado de: <http://empresite.eleconomistaamerica.co/Actividad/FABRICA-DE-MUEBLES/>
- Gestiopolis. (NE). Que es el tiempo de producción y como está compuesto. Recuperado de: Gestiopolis: <https://www.gestiopolis.com/que-es-el-tiempo-de-produccion-y-como-esta-compuesto/>
- Gestiopolis. (NE). El estudio de tiempos y movimientos. Recuperado de: <https://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>

- Haflo. (NE). Estandarización de procesos. Recuperado de:  
<https://www.heflo.com/es/blog/bpm/estandarizacion-procesos/>
- Marin, C. (16 de marzo de 2017). Sector de muebles bajo la lupa, cifras claves 2019. Revista M&M. pg. 01-02.
- Salazar, B. (2019). Herramientas de ingeniería industrial, pronostico de ventas. Recuperado de:  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pronóstico-de-ventas/control-del-pronóstico/>
- Ospitia, A. (2017). La informalidad y las importaciones ponen en jaque el sector de muebles. Revista Dinero, 2-3.
- Rojas, V. (2011). Metodología de la Investigación. En V. Rojas, *Metodología de la investigación* (Edición 3, págs. 34-35). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Salazar, B. (2016). Herramientas para el ingeniero industrial de métodos. Recuperado de:  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/>
- Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación. En R. Sampieri, *Metodología de la Investigación* (Edición 7, págs. 98-99). Distrito Federal, México: Mac Graw Hill.
- Workmeter. (2012). Indicadores de productividad, que son y como analizarlos. Recuperado de:  
<https://es.workmeter.com/blog/bid/172634/indicadores-de-productividad-qu-son-y-c-mo-analizarlos>.
- Google. (2018). Google Maps [Plano]. Recuperado de <https://www.google.com/maps>