

**MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA  
MAQUINADOS Y MONTAJES SAS**

**SANDRA MILENA PINILLA  
EDWARD STEVEN SANTOS NEIRA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2015**

**MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA  
MAQUINADOS Y MONTAJES SAS**

**SANDRA MILENA PINILLA  
EDWARD STEVEN SANTOS NEIRA**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial**

**Director:  
NÉSTOR RAÚL ORTIZ PIMIENTO  
Ingeniero Industrial, MS.c**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2015**

## DEDICATORIA

*A Dios principalmente por ser mi guía y mi fortaleza, por ayudarme en todo momento, por todas las bendiciones recibidas cada día y por permitirme vivir en victoria.*

*A mi madre, por ser mi ejemplo a seguir y por apoyarme en todo momento.*

*A mis familiares por ser una voz de ánimo y por todos los momentos compartidos.*

*A mis amigos por todas las experiencias vividas durante mi paso por la universidad.*

*Sandra Milena.*

*A la gracia divina que me concedió inspiración y conocimiento para compartir estas experiencias.*

*A mis padres Eduardo y Margy y a mi tía Ascensión quienes me brindaron su amor, sabiduría y apoyo incondicional.*

*Edward Santos Neira*

## **AGRADECIMIENTOS**

A MAQUINADOS Y MONTAJES SAS por abrirnos las puertas para vivir esta experiencia que enriqueció nuestro proceso de formación como ingenieros industriales.

A los ingenieros ALBERTO BALCARCEL y ÁLVARO GUTIÉRREZ por la oportunidad que nos brindaron para realizar este proyecto y por todo el apoyo.

A la ingeniera LAURA ROSAS por su disposición para colaborarnos con nuestro trabajo.

Al ingeniero NÉSTOR RAÚL ORTIZ, Director de este trabajo de grado, por sus valiosos aportes y por su colaboración en la realización del proyecto.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	18
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
2. JUSTIFICACIÓN	21
3. OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVO GENERAL	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	24
4.1 RESEÑA HISTÓRICA	24
4.2 MISIÓN	25
4.3 VISIÓN	25
4.4 ORGANIGRAMA	25
4.5 MAPA DE PROCESOS	25
4.6 PRODUCTOS	27
5. MARCO TEÓRICO	31
5.3 ESTRATEGIA DE LAS CINCO ESES	33
5.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	34
5.5 ESTANDARIZACIÓN DEL TRABAJO	35
5.6 ESTUDIO DE TIEMPOS	36
5.6.1 Estudio de tiempos por cronómetro	36
5.6.2 Mediciones de tiempos por medio de fórmulas	37
5.7 PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EMPRESAS QUE FABRICAN POR PROYECTOS	38
5.7.1 Diagrama de Gantt	38

5.7.2 Programación por redes	38
5.7.3 Secuenciación de trabajos	39
5.7.4 La ruta crítica	40
5.8 CONTROL DE LA ACTIVIDAD DE PRODUCCIÓN	41
6.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO	42
6.1.1 Funcionamiento del departamento de Diseño e Ingeniería	42
6.1.2 Funcionamiento del departamento de Producción	42
6.1.2.1 Diagrama de flujo del proceso productivo	43
6.1.3 Maquinaria utilizada	45
6.1.4 Descripción de los procesos realizados en Maquinados y Montajes SAS	46
6.1.5 Análisis de proyectos y piezas representativas	48
6.2 DIAGNÓSTICO RESULTANTE DEL MODELO DE MADUREZ	48
6.2.1 Deficiencias de los cuatro procesos en los cuatro niveles	49
6.2.2 Buenas prácticas a tratar para establecer la ruta de mejoramiento	53
6.2.3 Resultados	72
7. IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS	74
7.1 MEJORAS IMPLEMENTADAS EN BASE A LAS BUENAS PRÁCTICAS	74
7.2 DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA ESTIMAR FECHAS DE ENTREGA Y COSTOS POR MANO DE OBRA	112
7.2.1 Uso de la herramienta de Microsoft Project.	115
8. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	118
8.1 MEDICIÓN DE INDICADORES EN BASE A LAS BUENAS PRÁCTICAS IMPLEMENTADAS	118
8.2 INDICADORES DE MEDICIÓN	120
8.2.1 Indicador de cumplimiento	120
8.2.2 Indicador de variación de la programación	121
8.2.3 Indicador del porcentaje de utilización de las máquinas.	122
8.2.4 Indicador del cumplimiento del programa de mantenimiento.	123
8.3 CAPACITACIÓN AL PERSONAL SOBRE EL MEJORAMIENTO CONTINUO	123

9. CONCLUSIONES	125
10. RECOMENDACIONES	127
BIBLIOGRAFÍA	129
ANEXOS	131

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Organigrama de la empresa Maquinados y Montajes SAS	26
Figura 2. Mapa de procesos de la empresa Maquinados y Montajes SAS	26
Figura 4. Grupo de manejo – Guías	28
Figura 5. Transportador Aéreo	28
Figura 6. Tomacuellos Formato PET	28
Figura 7. Leva seguidora de pistones elevadores	28
Figura 8. Elevador dosificador de tapas	29
Figura 9. Instalación de capsuladora	29
Figura 10. Transmisión capsuladora	29
Figura 11. Transmisión llenadora	30
Figura 12. Diagrama de flujo general del proceso productivo	43
Figura 13. Diagrama de Pareto – Frecuencia de fallas	62
Figura 14. Implementación del procedimiento para gestionar la ubicación de piezas y repuestos terminados	83
Figura 15. Inventario en proceso antes de implementar el sistema de organización visual	85
Figura 16. Sistema de organización visual para el inventario en proceso	85
Figura 17. Ubicación de las materias primas antes de la organización del almacén	97
Figura 18. Ubicación de la perfilería antes de la organización del almacén	97
Figura 19. Sistema de organización visual para las materias primas después de la organización del almacén	98
Figura 20. Sistema de organización visual para la perfilería después de la organización del almacén	98

Figura 21. Separación de elementos innecesarios	99
Figura 22. Reubicación de elementos que se encontraban en el piso	100
Figura 23. Organización del retal de plástico uhmw	101
Figura 24. Formato de tiempos para cotización	113
Figura 25. Base de datos de tiempos reales de procesamiento	114
Figura 26. Asignación de la capacidad disponible en Project	115
Figura 27. Formato de planeación por operario	115

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Maquinaria utilizada	45
Tabla 2. Operaciones realizadas en cada máquina	47
Tabla 3. Tiempos relacionados con los desperdicios del procesamiento y del transporte	57
Tabla 4. Costos asociados a los desperdicios del procesamiento y del transporte	58
Tabla 5. Fallas presentadas en las máquinas por falta de mantenimiento preventivo	60
Tabla 6. Costos asociados a la falta de mantenimiento preventivo	61
Tabla 7. Tiempos perdidos por máquina	64
Tabla 8. Costos asociados a los tiempos de espera	65
Tabla 9. Nivel de cumplimiento inicial de las 5 S's en el almacén.	68
Tabla 10. Causas de retrasos en las entregas por departamento	72
Tabla 11. Leyenda de colores para el nivel de cumplimiento por nivel.	73
Tabla 12. Porcentaje de cumplimiento de las buenas prácticas antes de la implementación de las mejoras	73
Tabla 13. Lista de piezas según técnica de medición empleada	87
Tabla 14. Nivel de cumplimiento inicial y final de las 5 S's en el almacén.	102
Tabla 15. Soluciones propuestas por departamento para disminuir los retrasos en las entregas	111
Tabla 16. Porcentaje de cumplimiento de las buenas prácticas antes de la implementación de las mejoras	119
Tabla 17. Cumplimiento del Departamento de Producción	121
Tabla 18. Variación de la programación	121
Tabla 19. Porcentaje de utilización de las máquinas	122



## **LISTA DE ANEXOS**

- ANEXO A. Diagramas de recorrido
- ANEXO B. Diagrama de Pareto proyectos representativos
- ANEXO C. Diagrama de Pareto piezas representativas
- ANEXO D. Lista de chequeo y diagrama de desperdicios inicial
- ANEXO E. Lista de chequeo 5´s inicial
- ANEXO F. Tablas de estandarización de parámetros para la manufactura
- ANEXO G. Lista de chequeo y diagrama de desperdicios final
- ANEXO H. Cronogramas de mantenimiento
- ANEXO I. Estudio de tiempos
- ANEXO J. Formato para las actas de las reuniones
- ANEXO K. Políticas de Almacén
- ANEXO L. Documentación de no conformidades y acciones correctivas - preventivas
- ANEXO M. Lista de chequeo 5´s final
- ANEXO N. Gestión de varios proyectos con Microsoft Project
- ANEXO O. Ficha técnica indicadores

**[VER ANEXOS CARPETA ADJUNTA EN CD. PROYECTO: SOLICITAR EN BIBLIOTECA UIS]**

## RESUMEN

**TITULO:** MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES SAS\*

**AUTORES:** PINILLA, Sandra Milena \*\*  
SANTOS NEIRA, Edward Steven

**PALABRAS CLAVE:** Mejoramiento, Proceso, Implementación, Planeación, Programación, Seguimiento, Control.

### **DESCRIPCIÓN:**

Maquinados y Montajes SAS es una empresa del sector metalmecánico dedicada a la fabricación de repuestos y equipos para maquinaria industrial. Tiene un sistema de producción por proyectos, de manera que se fabrica de acuerdo a las especificaciones del cliente, los pedidos varían desde repuestos hasta grandes proyectos que requieren montaje en las instalaciones del cliente.

Este proyecto tiene como propósito diseñar e implementar mejoras para los procesos productivos de la organización incluyendo la planeación, la manufactura, el aprovisionamiento y las entregas al cliente y contribuir a la mejora de la planeación y programación de la producción.

Primeramente, se realizó una descripción del sistema productivo de la organización y luego un diagnóstico por medio de un modelo de madurez con el fin de establecer una ruta de mejoramiento en base a las principales falencias encontradas. En base a esto, se seleccionaron e implementaron buenas prácticas de los niveles 1 y 2 del modelo acordes con las dificultades de mayor relevancia que se hallaron, no se implementó ninguna buena práctica de los niveles 3 y 4 debido a que para que haya una colaboración con los demás actores de la cadena de suministro (proveedores y clientes) primero se debe fortalecer la colaboración entre los diferentes departamentos de la empresa que es a lo que hace referencia los niveles inferiores del modelo.

Se evaluó el porcentaje de cumplimiento de estas buenas prácticas después de su implementación para mostrar los resultados obtenidos con respecto al estado inicial y se midió unos indicadores para mostrar mejoras relacionadas con la planeación y programación de la producción y con el cumplimiento del programa de mantenimiento realizado. Finalmente, se socializó con la empresa el trabajo realizado, el modelo de madurez aplicado y la importancia del mejoramiento continuo.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico- Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento

## ABSTRACT

**TITLE:** IMPROVEMENT OF PRODUCTION PROCESSES IN THE COMPANY MAQUINADOS Y MONTAJES SAS\*

**AUTHORS:** PINILLA, Sandra Milena \*\*  
SANTOS NEIRA, Edward Steven

**KEY WORDS:** Improvement, Process, Implementation, Planning, Programming, Follow up, Control.

### DESCRIPTION:

Maquinados y Montajes SAS is a company of the metal and mechanical field dedicated to the manufacture of parts and equipment for industrial machinery. It has a production system for projects, so they manufacture according to customer specifications, orders range from spare parts to large projects that require assembly in the customer premises.

This project aims to design and implement improvements to the production processes of the organization including the plan, make, source and deliver processes and to contribute to improving the planning and production scheduling.

First, a description of the production system of the organization was conducted and then a diagnosis by means of a maturity model to establish an improvement route based on major shortcoming found. Based on this, best practices in levels 1 and 2 of the model consistent with the difficulties of greater importance were selected and implemented, any best practice at levels 3 and 4 was implemented because for there to be a collaboration with other actors in the supply chain (suppliers and customers) first is mandatory strengthen collaboration between different departments of the company which is referred to the lower levels of the model.

The percentage of compliance of these best practices was evaluated after its implementation to show the results obtained with respect to the initial state and some indicators were measured to show improvements related to the planning and production scheduling and compliance with maintenance program performed. Finally, this project, the maturity model applied and the importance of continuous improvement were socialized with the company.

---

\* Degree Project

\*\* Physical – Mechanical Engineering’s Faculty. School of Industrial and Business Studies. Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento

## INTRODUCCIÓN

Debido a la globalización que se vive en la actualidad, las empresas de la industria metalmecánica deben adecuarse a las exigencias del mercado para poder mantenerse y ser competitivas. Por tanto, es indispensable que estas pequeñas y medianas empresas pertenecientes a este sector busquen el mejoramiento continuo en sus procesos productivos.

Maquinados y Montajes SAS es una empresa que lleva constituida 20 años, pertenece al sector metalmecánico y se dedica a la fabricación de repuestos y equipos para maquinaria industrial. Su sistema de producción es por proyectos, se fabrica de acuerdo a las especificaciones del cliente. Esta organización tiene grandes falencias en cuanto a la planeación, programación, seguimiento y control de sus proyectos de fabricación, no hay comunicación entre los diferentes departamentos al interior de la organización, además se observan altos tiempos improductivos en la planta, por tanto, es común el alto porcentaje de retrasos en las entregas.

Según lo expuesto anteriormente, se propone el desarrollo de este proyecto de grado cuyo objetivo es proponer e implementar mejoras para los procesos productivos de la empresa, lo cual incluye la planeación, la manufactura, el aprovisionamiento y las entregas al cliente, para contribuir al mejoramiento de la comunicación, de la planeación y programación de la producción y a un buen seguimiento de los proyectos.

Este trabajo comenzó con una descripción general sobre el sistema productivo de la organización para tener mayor conocimiento del tema a tratar, seguidamente, se hizo un diagnóstico por medio de un modelo de madurez y así se estableció

una ruta de mejoramiento acorde a las falencias con las que cuenta la organización.

El diagnóstico fue realizado con todo el modelo de madurez, sin embargo, para el alcance de este proyecto se seleccionaron exclusivamente unas buenas prácticas para el plan de mejoramiento implementado, la selección de las mismas se explica en el numeral 6.2.2.

Las buenas prácticas implementadas, tratan los siguientes temas: la planeación de los procesos, la estandarización de parámetros generales para la manufactura, la organización del almacén de materias primas y repuestos terminados, la planeación y programación de la producción, el mantenimiento preventivo de las máquinas para disminuir tiempos muertos por fallas presentadas, el establecimiento de las fechas de entrega, el seguimiento a las órdenes de trabajo, la comunicación y el trabajo conjunto al interior de la organización.

Con esta implementación, se hace un comparativo entre el antes y el después, lo cual muestra un aumento en el nivel de madurez de la empresa en base a las buenas prácticas seleccionadas. Por último se realizó una socialización donde se muestra el trabajo realizado y se capacita en cuanto a lo que consiste este modelo de madurez.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Maquinados y Montajes SAS presenta la necesidad de mejorar en la planeación y programación de su producción. Debido a su fabricación por proyectos de acuerdo a las especificaciones del cliente, cada orden de trabajo requiere ser gestionada en el área administrativa, en el departamento de Diseño e Ingeniería y en producción. Cada una de estas tres áreas de la empresa presenta fallas que ocasionan que el porcentaje de retrasos en los pedidos sea muy alto.

Las fechas de entrega son pactadas con el cliente sin analizar previamente si diseño y producción están o no, en la capacidad de cumplir, se comprometen con varios clientes al mismo tiempo sin establecer una política que permita definir prioridades, además no hay comunicación al interior de la organización.

En la planta se observan altos tiempos improductivos debido principalmente a las deficiencias en la planeación y programación de las órdenes de trabajo así como en la ejecución de un control diario, lo cual hace que sea necesario establecer procedimientos que permitan mejorar en este aspecto. De la misma manera, se requiere analizar toda la cadena de valor al interior de la empresa para buscar un mejoramiento en los procesos productivos.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La importancia de este proyecto de grado está basada en mejorar la comunicación entre los diferentes departamentos al interior de Maquinados y Montajes SAS con el fin de lograr mejoras en la planeación y programación de sus proyectos de fabricación.

Para llevar a cabo este plan de mejoramiento, se realizó un diagnóstico aplicando un modelo de madurez que logró identificar una ruta de mejoramiento utilizando el enfoque de cadena de suministro, lo que permitió realizar mejoras en los procesos de planeación, manufactura, aprovisionamiento y entregas al cliente ya que son áreas importantes que influyen en los procesos productivos de la organización.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL.**

Diseñar, documentar e implementar mejoras en los procesos productivos de la empresa Maquinados y Montajes SAS.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de la empresa Maquinados y Montajes SAS, teniendo en cuenta los procesos de planeación, manufactura, aprovisionamiento y entregas con el propósito de identificar deficiencias y oportunidades de mejora.
- Analizar la documentación de los procesos de: planeación, manufactura, aprovisionamiento y entregas orientado a identificar elementos susceptibles de mejora en el manejo de la información.
- Proponer, evaluar e implementar alternativas de mejora para los problemas identificados en los procesos productivos relacionados con la estandarización de los procesos, programación de las operaciones, organización del almacén, estimación de los costos de mano de obra y tiempos muertos por falta de mantenimiento en las máquinas.
- Diseñar una herramienta informática que permita estimar tiempos de entrega y costos de mano de obra.
- Diseñar un sistema de indicadores para evaluar las mejoras implementadas.

- Sensibilizar y capacitar al personal de Maquinados y Montajes SAS sobre la importancia que tiene el mejoramiento continuo en la empresa.

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

### 4.1 RESEÑA HISTÓRICA

Para el año 1994 los ingenieros Alberto Balcarcel y Álvaro Gutiérrez Vega, vieron la necesidad latente de mantenimiento y fabricación de partes de maquinaria de producción industrial. Por lo que dieron inicio a Maquinados y Montajes S.A.S, en un pequeño local del barrio Pedregosa siendo de los primeros clientes la Embotelladora de Bucaramanga (Embosan).

En el año 1998, la empresa adquiere maquinaria con tecnología de punta tales como Torno CNC y centro de mecanizado vertical CNC. Tras la experiencia adquirida en todos estos años la empresa incursionó en la fabricación de equipos para líneas de embotellado. Lo que permitió ampliar el portafolio de servicios y extenderse a nivel nacional e internacional.

Debido al crecimiento de la empresa, en el año 2012 se construyó una bodega de 1750 m<sup>2</sup> ubicada en la zona industrial de Girón, en el barrio La Esmeralda, donde se proyecta fabricar equipos de mayor tamaño, capacidad y con la tecnología actual en desarrollo. Atienden varias empresas como Coca Cola Femsa, Terpel, La Constancia, California y Colombina, entre otras.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Información obtenida de la página web de la empresa. <http://www.maqymon.com/>

## **4.2 MISIÓN**

Proveer soluciones integrales a requerimientos, exigencias y necesidades del sector industrial, relacionados con el diseño de equipos, partes y mejoramiento de procesos a través de la ingeniería.

## **4.3 VISIÓN**

Fortalecer el reconocimiento alcanzado en Colombia y posesionarse en el mercado interamericano, como un equipo que desarrolla ingeniería con un alto desempeño investigativo e innovador, estableciendo alianzas estratégicas con empresas del sector metalmecánico.

## **4.4 ORGANIGRAMA**

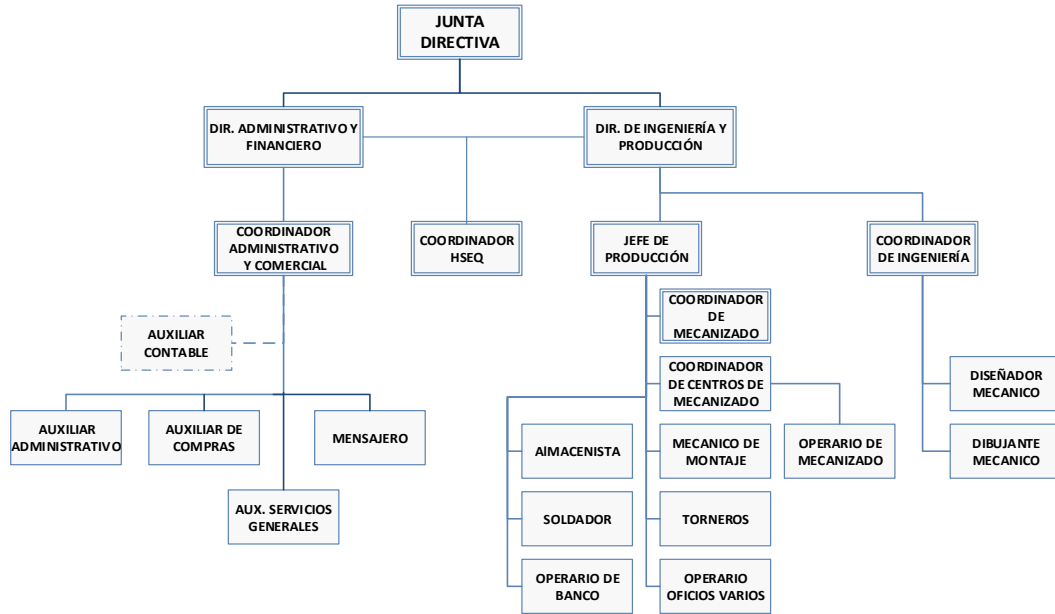
En la figura 1 se presenta el organigrama de Maquinados y Montajes SAS el cual fue modificado con respecto a su organigrama inicial en Octubre de 2013 por motivos de la implementación del sistema de gestión de calidad. La empresa cuenta con un total de 44 empleados directos y 5 empleados indirectos.

## **4.5 MAPA DE PROCESOS**

El mapa de procesos de maquinados y Montajes SAS presenta sus procesos estratégicos, de apoyo y misionales que interactúan con el fin de convertir las necesidades y requerimientos del cliente en productos y servicios de alta calidad.

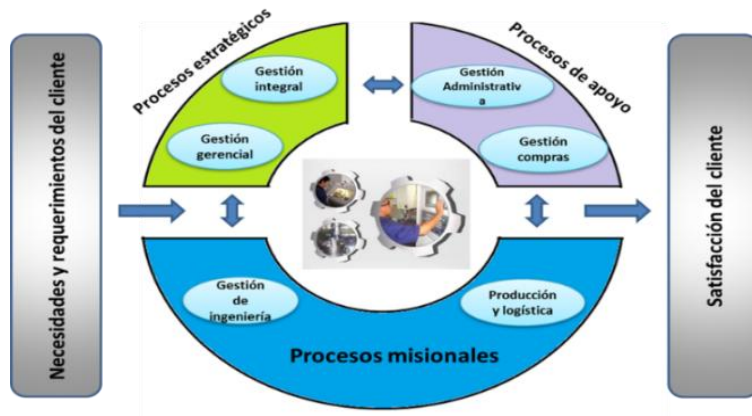
En la figura 2 se muestra el mapa de procesos.

**Figura 1. Organigrama de la empresa Maquinados y Montajes SAS**



Fuente: Maquinados y Montajes SAS

**Figura 2. Mapa de procesos de la empresa Maquinados y Montajes SAS**

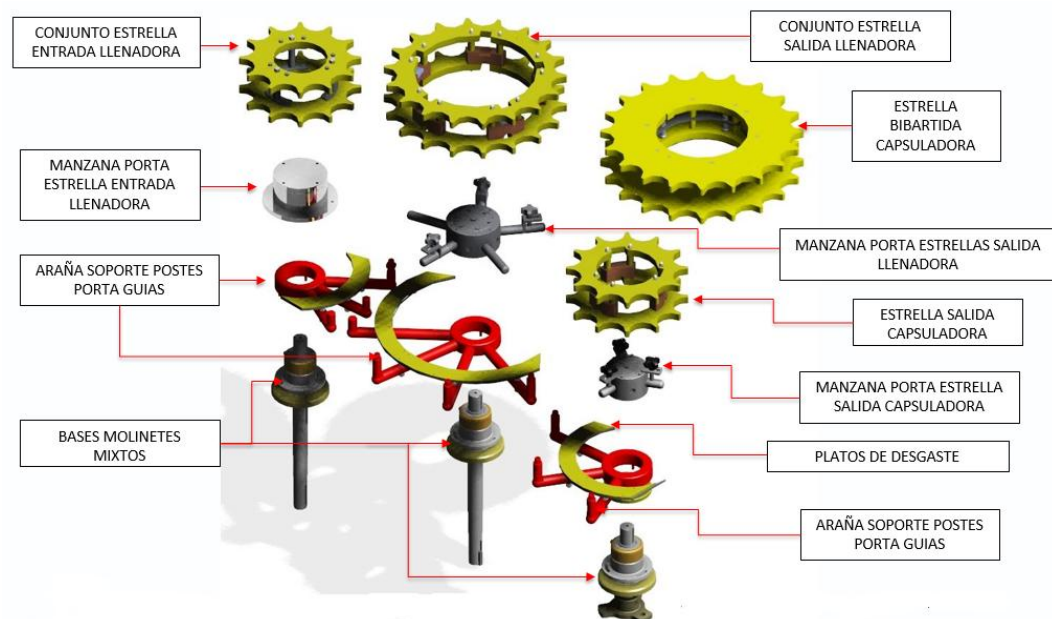


Fuente: Maquinados y Montajes SAS

## 4.6 PRODUCTOS

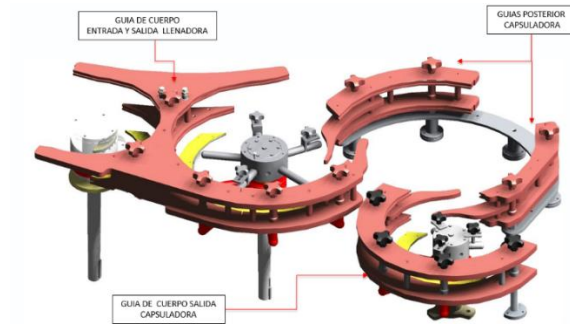
Maquinados y Montajes SAS diseñan y fabrican repuestos y productos especializados en líneas de envasado de líquidos. Su fabricación varía desde repuestos para máquinas llenadoras de botellas, capsuladoras, empacadoras y desempacadoras hasta la fabricación de estos grandes proyectos. A continuación se muestran estos productos:

**Figura 3. Grupo de manejo – Estrellas**



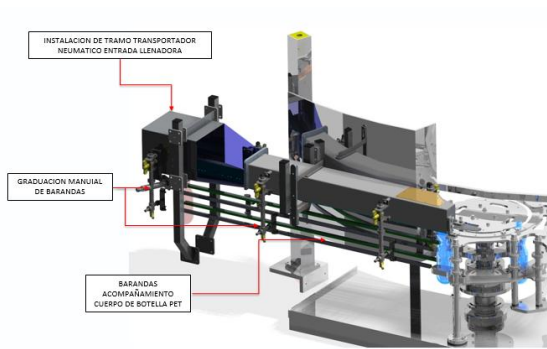
Fuente: Maquinados y Montajes SAS. Departamento de Diseño e Ingeniería

**Figura 4. Grupo de manejo – Guías**



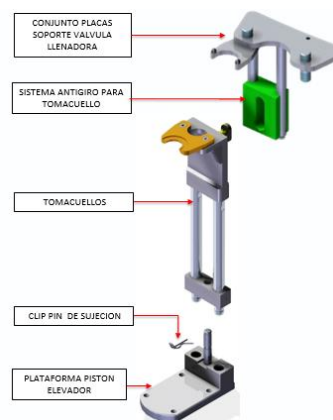
Fuente: Maquinados y Montajes SAS. Departamento de Diseño e Ingeniería

**Figura 5. Transportador Aéreo**



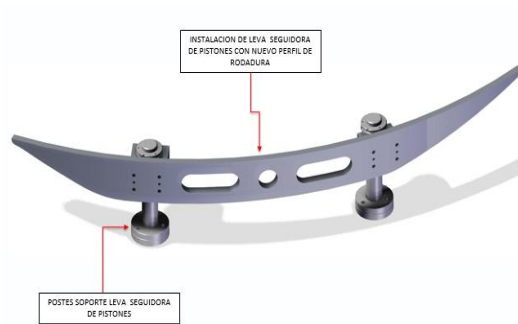
Fuente: Maquinados y Montajes SAS. Departamento de Diseño e Ingeniería

**Figura 6. Tomacuellos Formato PET**



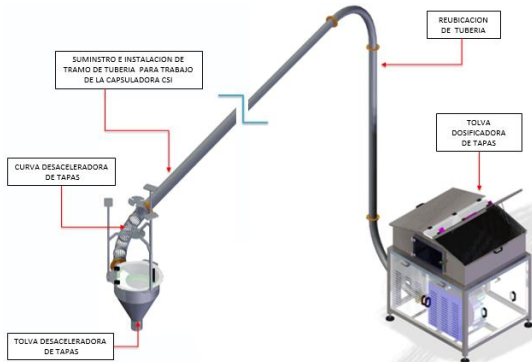
Fuente: Maquinados y Montajes SAS. Departamento de Diseño e Ingeniería

**Figura 7. Leva seguidora de pistones elevadores**



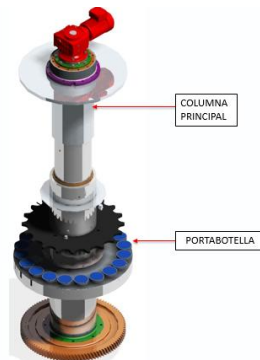
Fuente: Maquinados y Montajes SAS. Departamento de Diseño e Ingeniería

**Figura 8. Elevador dosificador de tapas**



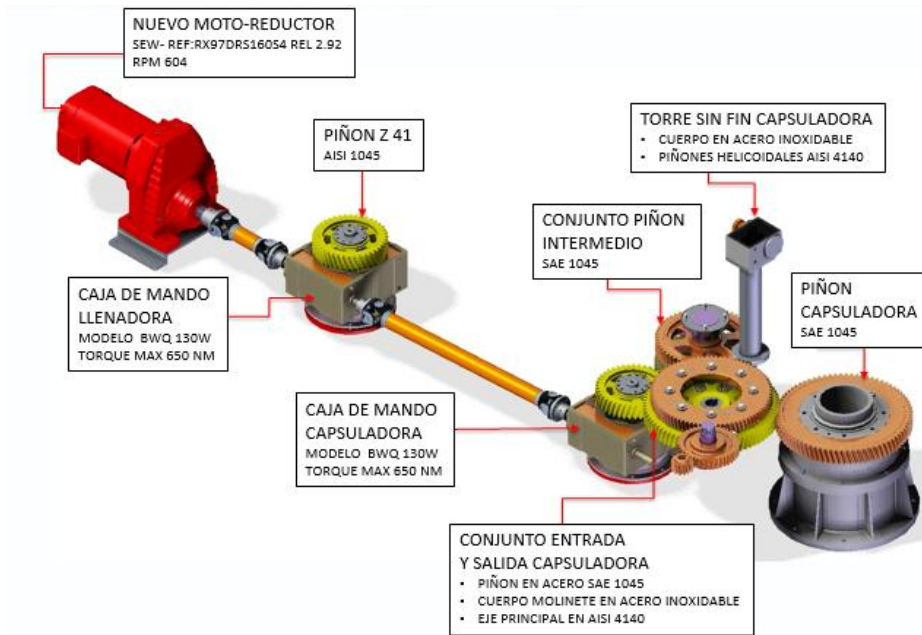
Fuente: Maquinados y Montajes SAS. Departamento de Diseño e Ingeniería

**Figura 9. Instalación de capsuladora**



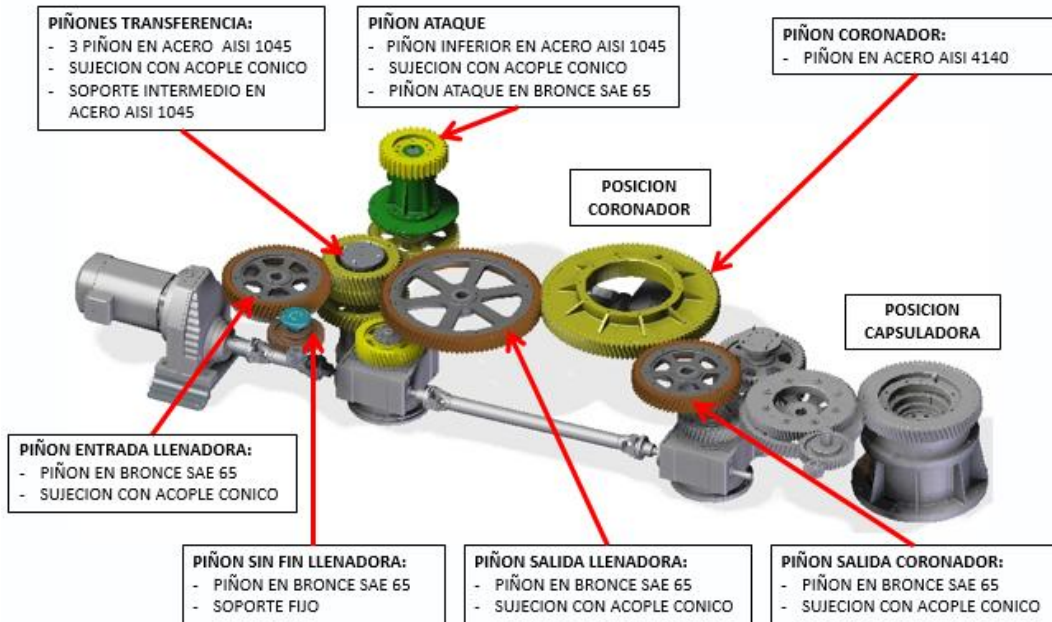
Fuente: Maquinados y Montajes SAS. Departamento de Diseño e Ingeniería

**Figura 10. Transmisión capsuladora**



Fuente: Maquinados y Montajes SAS. Departamento de Diseño e Ingeniería

**Figura 11. Transmisión llenadora**



Fuente: Maquinados y Montajes SAS. Departamento de Diseño e Ingeniería

## **5. MARCO TEÓRICO**

El mejoramiento de procesos en una empresa consiste en el estudio de los mismos con el fin de realizar mejoras. Se lleva a cabo una metodología para llegar al logro de avances significativos con respecto a un estado inicial.

Existen diversas técnicas para realizar mejoras en los procesos de las empresas, dentro de las cuales, se destaca el uso de modelos de madurez como herramienta para mejorar el desempeño de las organizaciones. Es precisamente, un modelo de madurez, la metodología empleada en este proyecto de grado para realizar un mejoramiento de los procesos productivos en la empresa Maquinados y Montajes SAS.

Para la implementación de las buenas prácticas seleccionadas del modelo de madurez, se hizo uso de otros conceptos los cuales son: análisis de desperdicios, estrategia de las 5 S's, mantenimiento preventivo, estandarización del trabajo, estudio de tiempos y planeación de la producción en empresas que fabrican por proyectos. A continuación se muestra en qué consiste un modelo de madurez y las demás herramientas utilizadas:

### **5.1 MODELO DE MADUREZ**

Las organizaciones requieren mejorar continuamente para adaptarse a los cambios y mantenerse en el mercado. Por esto, es vital que las empresas se evalúen y busquen mejorar en sus procesos. Un modelo de madurez es una

herramienta importante para realizar mejoras, de acuerdo con Elizabeth Pérez<sup>2</sup>, Ileana Vergara y Yordán Rodríguez “Un modelo de madurez es un mapa que guía a la organización en la implementación de buenas prácticas, ofreciendo un punto de partida”.

Esta herramienta permite a la empresa realizar una evaluación para enfocarse en las áreas donde necesita mejorar y así, establecer una ruta de mejoramiento. El camino para lograr un alto nivel de madurez es evolutivo ya que se deben recorrer niveles a partir de un punto inicial hasta lograr un estado desarrollado.

Debido a que un plan de mejoramiento para una organización, sugiere la implementación de unas buenas prácticas en base a los aspectos en los cuales se debe mejorar, para este proyecto de grado se seleccionaron buenas prácticas acordes con las principales falencias que arrojó el diagnóstico realizado en la empresa por medio del modelo de madurez. Para la implementación de las mismas, se hizo uso de otras herramientas las cuales se mencionan a continuación:

## **5.2 ANÁLISIS DE DESPERDICIOS**

Se considera desperdicio o despilfarro a todo lo que sea diferente a la cantidad mínima de recursos absolutamente necesarios para la actividad productiva. Para llevar un plan de mejoramiento en una organización, es importante realizar acciones de mejora que contribuyan a la identificación y eliminación de los desperdicios.

---

PÉREZ MERGAREJO, Elizabeth; VERGARA PÉREZ, Ileana y RODRÍGUEZ RUIZ, Yordán. Modelos de madurez y su idoneidad para aplicar en pequeñas y medianas empresas. Ingeniería Industrial. [En línea]. Mayo – Agosto, 2014, Vol. XXXV No.2, p. 146-158. Disponible en: <http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/651/563>

Richard Chase<sup>3</sup> menciona siete tipos de desperdicio a eliminar de la cadena de suministro: 1) el desperdicio de la sobreproducción, 2) el desperdicio del tiempo de espera, 3) el desperdicio del transporte, 4) el desperdicio del inventario, 5) el desperdicio del procesamiento, 6) el desperdicio del movimiento y 7) el desperdicio de los defectos en los productos.

### 5.3 ESTRATEGIA DE LAS CINCO ESSES

La metodología de las cinco eses deriva su nombre de cinco principios que están expresados en cinco palabras japonesas que tienen un importante significado relacionado con mantener limpio y ordenado un lugar de trabajo.

De acuerdo con Néstor Raúl Ortiz<sup>4</sup>: “La estrategia de las cinco eses consiste en implementar una serie de pautas que nos ayudan a organizar y mantener ordenadas las áreas de trabajo en cualquier tipo de empresa”. Sin embargo, se debe generar cultura en el personal involucrado, ya que es común que haya resistencia al cambio y no se tenga la iniciativa de mantener los espacios limpios y organizados.

A continuación se define cada una de las eses:

- **Seiri (Clasificar):** Clasificar los elementos en necesarios e innecesarios, con el fin de mantener en el lugar de trabajo los que son absolutamente necesarios y retirar aquellos que no lo sean.

---

<sup>3</sup> CHASE, Richard B., JACOBS, F. Robert y AQUILANO, Nicholas J. Administración de operaciones. Producción y Cadena de Suministros. 12 ed. México. MC Graw-Hill, 2009, p. 405

<sup>4</sup> ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Análisis y Mejoramiento de los Procesos de la Empresa. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 1999.

- **Seiton (Ordenar):** Ubicar los elementos del lugar de trabajo de manera que sean fáciles de localizar.
- **Seiso (Limpiar):** Cada área de trabajo de la empresa debe mantenerse limpia y ordenada.
- **Seiketsu (Bienestar):** Las tres primeras eses se deben mantener con el fin de asegurar que los espacios se encuentren organizados.
- **Shitsuke (Autodisciplina):** Se debe generar cultura para que las personal conviertan en un hábito el cumplimiento de estas reglas.

## 5.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento inicialmente consistía en la reparación de una máquina / equipo cuando presentaba alguna falla, sin embargo, esto implica intervenir la máquina para corregir la avería, lo cual se traduce en tiempos muertos en la planta.

Como una solución a este problema, nace el mantenimiento preventivo que busca prevenir esas averías antes que aparezcan, y así, se evitan los altos costos que genera el mantenimiento correctivo, lo que a su vez trae otros beneficios. Según James Riggs<sup>5</sup>, “El costo de capital de tener un activo es más bajo cuando ese activo recibe la atención debida. También la calidad de la producción puede ser más alta con un mejor mantenimiento”.

Este tipo de mantenimiento consiste en inspecciones programadas que se apoyan en el conocimiento de los manuales de las máquinas, con el propósito de detectar condiciones inadecuadas en sus componentes que puedan causar daños posteriores. El mantenimiento preventivo tiene como objetivo disminuir el tiempo

---

<sup>5</sup> RIGGS, James L. Sistemas de Producción. Planeación, Análisis y Control. 3 ed. México. Limusa Wiley,2008, p. 399

ocioso debido a las paradas en las máquinas, reducir los costos causados por la reparación de averías y garantizar la operación de los equipos el mayor tiempo posible.

## **5.5 ESTANDARIZACIÓN DEL TRABAJO**

La estandarización del trabajo consiste en garantizar que los procesos que se llevan a cabo en la empresa se realicen de manera uniforme y de la mejor forma posible, se refiere a un método establecido para realizar una actividad o función.

James Harrington<sup>6</sup> menciona que “la estandarización de los procedimientos de trabajo es importante para verificar que todos los trabajadores, actuales y futuros, utilicen las mejores formas para llevar a cabo actividades relacionadas con el proceso”. Por lo tanto, es vital que existan procedimientos que muestren al personal involucrado cómo funcionan los diferentes procesos que se llevan a cabo en la organización.

Los procedimientos deben comunicarse a los empleados ya que deben ser conocidos y utilizados por el personal que se relaciona con las actividades mencionadas en los mismos. Sin embargo, los estándares deben ser cambiados y actualizados cada vez que se encuentre una mejor manera para realizar las cosas, teniendo en cuenta que el mejoramiento es continuo.

---

<sup>6</sup> HARRINGTON, H. James. Mejoramiento de los procesos de la empresa. Santafé de Bogotá. MC Graw-Hill, p. 173

## 5.6 ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos es una técnica muy importante ya que permite establecer la duración para realizar una determinada tarea, de acuerdo con Néstor Raúl Ortiz<sup>7</sup> “establecer tiempos puede considerarse como una labor básica que apoya el proceso de toma de decisiones en algunas dependencias de la organización”. Con el conocimiento de estas duraciones se tendrá mayor facilidad para la programación de la producción, la asignación de trabajos a los operarios y la estimación de costos por mano de obra, entre otros beneficios.

Para este proyecto de grado se emplearon dos técnicas diferentes para medir tiempos, las cuales se enuncian a continuación:

**5.6.1 Estudio de tiempos por cronómetro.** Como lo define Néstor Raúl Ortiz<sup>8</sup> “esta técnica permite establecer la duración de una tarea a partir del registro de datos de tiempo que han sido cronometrados”, los pasos para llevar a cabo este estudio son los siguientes:

1. Se determina el ciclo de trabajo y se divide en elementos. La fórmula para determinar el número de ciclos u observaciones es la siguiente:

$$N = (s \cdot t / \alpha / 2, n - 1)^2 / e^2$$
; donde:

s: desviación estándar de la premuestra

t: valor obtenido de la tabla para la distribución t – student, de acuerdo a un nivel de confianza fijado.

e: margen de error deseado en unidades de tiempo.

---

<sup>7</sup> ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Análisis y Mejoramiento de los Procesos de la Empresa. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 1999

<sup>8</sup> Ibid., p. 144

2. Se registran los datos observados.
3. Los datos observados se ajustan a datos normalizados de acuerdo a una valoración del ritmo de trabajo del operario dada por el analista.
4. Se calcula el valor promedio para cada elemento de acuerdo con los tiempos normalizados calculados.
5. Se asignan suplementos a cada uno de esos valores promedio para obtener el tiempo asignado.
6. Se asigna un porcentaje de contingencias para obtener el tiempo tipo.

**5.6.2 Mediciones de tiempos por medio de fórmulas.** De acuerdo con Roberto García<sup>9</sup> “una fórmula de tiempo es una expresión algebraica de los factores que determinan el tiempo de una operación”. Una vez se halla la fórmula para una operación determinada, se puede aplicar para otros trabajos que estén relacionados.

El tamaño muestral para elaborar las fórmulas, fue determinado a partir de la ley de los grandes números. Michael Evans<sup>10</sup> y Jeffrey Rosenthal definen esta ley de la siguiente manera: “La ley débil de los grandes números nos proporciona la idea correcta de que los valores medios  $M_n$  tienden a aproximarse a  $E(X_i)$  cuando  $n$  es grande”, teniendo en cuenta que  $n$  es el tamaño de la muestra;  $X_1, X_2, \dots$ , es una secuencia de variables aleatorias independientes;  $M_n$  es el promedio del valor que tienen esas variables y  $E(X_i)$  el valor esperado de  $X_i$ .

Lo anterior confirma que a medida que se tiene una mayor cantidad de datos, se pueden obtener aproximaciones con menor variación.

---

<sup>9</sup> GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos y Estudio del Trabajo. 2 ed. México. MC Graw-Hill, p. 287

<sup>10</sup> EVANS Michael J., ROSENTHAL Jeffrey S. Probabilidad y estadística. La ciencia de la incertidumbre. Barcelona. Reverté, S.A., 2005, p. 225

## 5.7 PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EMPRESAS QUE FABRICAN POR PROYECTOS

El sistema de producción por proyectos consiste en fabricar de acuerdo a necesidades específicas. Las empresas que fabrican en serie elaboran planes de producción con el fin de satisfacer la demanda, para el caso de empresas que fabrican de acuerdo a los requerimientos del cliente se necesita planear el proyecto y realizar un seguimiento y control del mismo. A continuación se mencionan esas técnicas útiles para la programación por proyectos:

**5.7.1 Diagrama de Gantt.** Es una herramienta gráfica donde se muestra el tiempo previsto para la realización de determinadas actividades, sirve para representar las tareas correspondientes a un proyecto y realizar seguimiento a las mismas durante un período de tiempo. Stephen Chapman<sup>11</sup> menciona que “el diagrama permite observar la fecha actual y una representación gráfica del estado de cada tarea a medida que transcurre el tiempo”.

Estas gráficas son de gran utilidad, sin embargo, cuando la programación se hace para proyectos grandes o complejos se vuelve difícil la representación de las tareas y más aún reprogramarlas en caso de que se presenten cambios. Por lo tanto, para resolver estas dificultades, se recomienda hacer uso de la programación por redes.

**5.7.2 Programación por redes.** Como lo define James Riggs<sup>12</sup> “Una red presenta el orden sucesivo de las actividades necesarias para realizar un proyecto”.

---

<sup>11</sup> CHAPMAN, Stephen N. Planificación y control de la producción. México. Prentice Hall, 2006, p. 182.

<sup>12</sup> RIGGS, James L. Sistemas de Producción. Planeación, Análisis y Control. 3 ed. Ed. México. Limusa Wiley, 2008, p. 232

Esta técnica es de gran utilidad para la planeación, seguimiento y control de los proyectos, muestra la secuencia que existe entre las diferentes actividades del proyecto, el tiempo de finalización y las tareas críticas que afectan la duración, lo que permite que sean de gran aplicación para planear la producción en empresas cuyo sistema de producción sea por proyectos.

**5.7.2.1 Aplicación de las redes en la planeación de la producción.** La planeación de proyectos y la planeación de la producción en empresas que fabrican de acuerdo a las especificaciones del cliente son similares. Tanto para la elaboración de un proyecto como para la fabricación de un producto específico se requiere controlar un conjunto coordinado de actividades.

La aplicación se vuelve más similar cuando se considera una empresa que produce bajo esta modalidad como un taller que fabrica dando cumplimiento a necesidades específicas, tal como lo define James Riggs<sup>13</sup> “un taller es, por definición, un lugar donde se hacen trabajos individualmente diferentes, pero similares, en las mismas instalaciones, cada trabajo se puede interpretar como un proyecto o como un producto”.

**5.7.3 Secuenciación de trabajos.** De acuerdo con Mikel Grover<sup>14</sup> “La secuenciación de actividades es el problema de decidir el orden en el cual se procesan las actividades en una máquina determinada”. Por lo tanto se deben definir prioridades al momento de asignar los trabajos a realizar. A continuación se muestra en qué consisten estas reglas:

**Primero en llegar, primero en atender:** Se atienden las órdenes de acuerdo al orden en el que se van generando.

---

<sup>13</sup> *Ibíd.*, p 249

<sup>14</sup> GROVER, Mikel P. Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. México. McGraw-Hill, p.1001

**Fecha de entrega más reciente:** Se atienden las órdenes de acuerdo a la proximidad de la fecha de entrega.

**Menor tiempo de procesamiento:** Se empiezan programando las órdenes con menores tiempos de procesamiento.

**Menor tiempo de inactividad:** Se calcula restando el tiempo que queda hasta la fecha de entrega y el tiempo de procesamiento de la orden, se priorizan las órdenes con menor tiempo de inactividad.

**Razón crítica:** Se calcula dividiendo el tiempo que queda hasta la fecha de entrega entre el tiempo de procesamiento restante, se priorizan las órdenes con menor razón crítica.

**5.7.4 La ruta crítica.** La ruta crítica muestra la secuencia de actividades que afectan la duración del proyecto, por lo tanto, no se pueden retrasar y deben ejecutarse de acuerdo al cronograma establecido para cumplir con lo planeado, tal como lo comenta James Riggs<sup>15</sup> “La clave de la programación por redes es la ruta crítica, o sea la cadena de actividades que determina la duración total del proyecto”.

El análisis de la ruta crítica es muy importante para saber las actividades que tienen holgura y las que no, las actividades no críticas pueden terminar retrasadas y no se afecta la duración del proyecto mientras que las actividades críticas si afectan.

---

<sup>15</sup> RIGGS. Op. Cit., p. 238

## 5.8 CONTROL DE LA ACTIVIDAD DE PRODUCCIÓN

Realizar un control a la actividad de producción es muy importante para asegurar el cumplimiento de la planeación de la producción. Stephen Chapman<sup>16</sup> define este concepto de la siguiente manera: “el Control de la Actividad de Producción (CAP) se encarga de vigilar la actividad real de fabricación de un producto, o la prestación de un servicio”. Lo anterior implica que primeramente se debe realizar una planeación, y seguidamente, el control de la ejecución.

El control de la producción se encarga de verificar el cumplimiento de los planes y de las programaciones realizadas y detecta las variaciones presentadas con el fin de tomar las acciones necesarias para cumplir con la fecha de entrega pactada. De ahí la importancia de realizar un buen seguimiento y control para identificar a tiempo inconvenientes que estén alterando el desarrollo del proceso y gestionar los recursos necesarios que permitan llevar a cabo el plan trazado.

---

<sup>16</sup> CHAPMAN, Stephen N. Planificación y control de la producción. México. Prentice Hall, 2006, p. 179

## 6. DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA EMPRESA

### 6.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO

Maquinados y Montajes SAS realiza la producción sobre pedido, de manera que el proceso productivo se desarrolla de acuerdo a las especificaciones de quien lo requiere, los pedidos varían desde repuestos hasta grandes proyectos que requieren de montaje en las instalaciones del cliente. Se tienen bajos volúmenes de producción con una alta variedad de piezas, el proceso productivo se realiza por procesos en centros de trabajo especializados, los cuales son: los centros de mecanizado, los tornos y la sección de banco donde se lleva a cabo el armado y ensamble de las piezas.

**6.1.1 Funcionamiento del departamento de Diseño e Ingeniería.** Los clientes plantean su necesidad, la empresa determina la viabilidad del nuevo proyecto, al asumir el proyecto se procede a la toma de información inicial que se considere pertinente. Se genera una orden de trabajo la cual ingresa primeramente al departamento de Diseño donde se asigna un responsable para su desarrollo.

Cuando se tiene la información completa, se continúa con el desarrollo del proyecto dando como resultado los planos que se pasan al área de producción y las memorias de cálculo si el proyecto lo requiere.

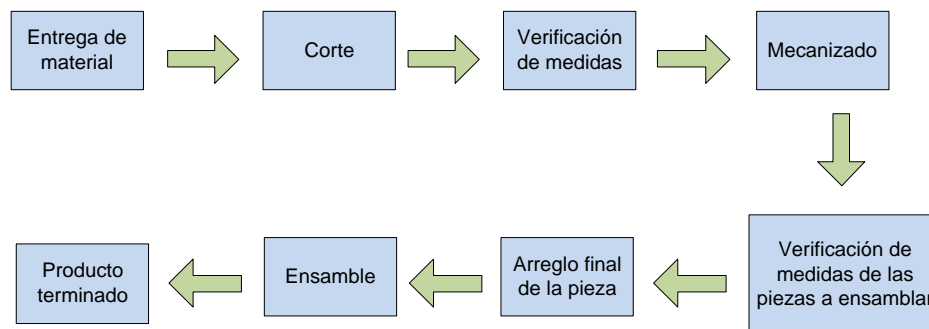
**6.1.2 Funcionamiento del departamento de Producción.** Cuando el jefe de producción reciba los planos por parte del departamento de diseño debe revisar que los diseños generados contengan las diferentes variables para mecanizar las piezas y realizar la solicitud de materiales por medio del software de gestión.

Seguidamente, se realiza la programación de las órdenes de trabajo para ejecutar las actividades en la cual se les hace entrega a los operarios de los planos y se autoriza la salida de almacén de los materiales para la realización de los trabajos.

A medida que los operarios van recibiendo los planos y las tareas a ejecutar deben hacer un control de calidad a la pieza que reciben de un proceso anterior para garantizar que al pasar un nuevo proceso cumplan con las especificaciones. Cuando el producto ha sido terminado, se inspecciona y queda listo para ser enviado al cliente.

**6.1.2.1 Diagrama de flujo del proceso productivo.** En la figura 12 se describe el diagrama de flujo general del proceso productivo.

**Figura 12. Diagrama de flujo general del proceso productivo**



## **Descripción de etapas:**

**Entrega de material:** El almacenista verifica con el plano el material que se está solicitando y realiza la entrega al área de producción.

**Corte:** Se tienen dos sierras donde se realiza el corte de material que viene en forma de eje o de tubo, para las láminas de plástico uhmw (Ultra High molecular weight polyethylene, que en español significa polietileno de ultra alto peso molecular) con las cuales se fabrican piezas como guías, estrellas y suplementos, el corte se realiza con una máquina caladora.

**Verificación de medidas:** El material que pasa ya sea a un centro de mecanizado, a un torno CNC o a un torno convencional, debe ser verificado si tiene la medida correcta para la pieza o el lote de piezas que deben ser mecanizadas.

**Mecanizado:** Según el tipo de pieza, este proceso se puede realizar en un centro de mecanizado o en un torno, hay piezas que pasan por un solo centro de trabajo, otras requieren pasar por dos o más.

**Verificación de medidas de las piezas a ensamblar:** Cuando las piezas terminan su proceso de mecanizado son llevadas al área de banco, se verifica que tengan las medidas correctas para ser ensambladas con otras piezas.

**Arreglo final de la pieza:** En el área de banco se realizan los procesos finales de las piezas, si necesitan ser lijadas, quitar las rebabas, entre otras, etc.

**Ensamble:** Se procede a realizar el ensamble y armado de las diferentes piezas que conforman el proyecto final.

**Producto terminado:** Las piezas que se envían al cliente son empacadas y se realiza la respectiva factura o remisión, para los proyectos grandes se realiza el respectivo montaje e instalación en el lugar donde el cliente los solicite.

**6.1.2.2 Diagrama de recorrido.** En Maquinados y Montajes SAS se fabrican gran variedad de piezas, sin embargo, el recorrido general es el siguiente: el material sale de almacén, pasa a corte, va a la zona de mecanizado ya sea a un centro de

mecanizado o a un torno, unas piezas pasan por una sola máquina otras por dos o más, el proceso termina en banco donde se le da el arreglo final a cada pieza, algunas tienen que pasar por el proceso de soldadura otras no. Finalmente, las piezas quedan listas para ser ensambladas con otras y formar el proyecto final.

En el anexo A se pueden observar 9 diagramas de recorrido los cuales se realizaron para las piezas más representativas, unas de esas piezas comparten el mismo recorrido con otras, mientras que otro tipo de piezas tienen dos recorridos distintos dependiendo de la máquina donde se asignen para ser mecanizadas.

El recorrido se termina en la zona de producto en proceso como se muestra en los diagramas, ya que las piezas que han sido ensambladas deben esperar hasta que se realicen los demás subensambles con los que se debe formar el proyecto final. En caso de que solo se solicite la pieza como repuesto el recorrido termina en el almacén para ser despachado.

**6.1.3 Maquinaria utilizada.** La maquinaria que hace parte del proceso productivo se registra en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Maquinaria utilizada**

Máquina	Cantidad
Centros de mecanizado	3
Tornos CNC	2
Tornos convencionales	3
Fresadora	1
Taladro	1
Cortadora de hilo	1
Sierras	2
Equipos de soldadura	2

#### **6.1.4 Descripción de los procesos realizados en Maquinados y Montajes SAS**

**Taladrado:** Operación que permite realizar agujeros mediante perforaciones en el centro de la pieza la cual gira y la broca se va desplazando realizando el taladrado.

**Cilindrado:** Se utiliza la herramienta radialmente sobre la pieza, esta operación se encarga de reducir el diámetro de la pieza de trabajo.

**Planeado / Desbaste:** Definir la forma de una pieza mediante el retiro de material.

**Cajeado / ranurado:** Consiste en desbastar una pieza a determinada distancia y profundidad.

**Refrentado:** Se encarga de maquinar en el material una superficie plana perpendicular al eje del torno, se desarrolla en la mayoría de las piezas con el fin de dar la longitud requerida.

**Tallado / grabado:** Consiste en grabar mediante arranque de viruta.

**Rectificado:** Mecanizar el diámetro externo pero garantizando las condiciones de rugosidad y de diámetro requeridos.

**Roscado:** Tallar una rosca, ya sea externa o interna.

**Erosionado:** Dar una forma definida mediante electroerosión.

**Corte por sierra:** Dividir la longitud del material según la requerida.

**Soldadura tig:** Soldadura adecuada para el acero inoxidable, mezclando argón, oxígeno y en algunos casos hidrógeno.

**Soldadura mig:** Soldadura eléctrica basada en un alambre de cobre que se funde mediante un arco eléctrico.

#### **Operaciones banco:**

**Desbaste:** Retirar material en exceso.

**Pulido:** Retirar material buscando dar un acabado específico (brillo, mate, satinado).

**Armado / ensamble:** Unión de piezas y accesorios según indicaciones.

**Roscado:** Roscado iniciado en máquina y en banco se continúa manualmente.

**Doblado:** Modificar la forma de una pieza mediante sujeción en prensa.

**Corte:** Modificar la forma de un material.

**Pavonado:** Aplicar recubrimiento con pavón para evitar la corrosión.

**Rolado:** Dar forma cilíndrica a una pieza.

**Samblasting:** Aplicar recubrimiento con arena mediante aire a presión para proteger una pieza y darle un aspecto presentable.

**Pintura:** Se aplica capa de pintura sobre piezas de acero al carbono para que no se oxiden.

En la tabla 2 se presentan las operaciones realizadas en cada máquina.

**Tabla 2. Operaciones realizadas en cada máquina**

Máquina	Operaciones
Centro de mecanizado Handyman	Planeado, taladrado, cajeado, tallado
Centro de mecanizado Hartford	Planeado, taladrado, cajeado, tallado
Centro de mecanizado Milltronics	Taladrado, cajeado, cilindrado
Torno CNC Doosan	Cilindrado, refrentado, taladrado, rectificado, roscado,
Torno CNC Romi	Cilindrado, refrentado, taladrado, roscado
Tornos convencionales	Cilindrado, refrentado, taladrado, roscado
Fresadora	Tallado, planeado, cajeado
Cortadora de hilo	Erosionado
Taladro	Taladrado, roscado
Sierra	Cortes
Equipos de soldadura	Soldadura tig, soldadura mig
Banco	Desbaste, pulido, armado / ensamble, roscado, doblado,

**6.1.5 Análisis de proyectos y piezas representativas.** El análisis de proyectos representativos (anexo B) y de piezas representativas (anexo C) se realizó tomando las órdenes de trabajo desde Junio de 2013 hasta Junio de 2014, tomando como referencia el número de órdenes de trabajo que solicitan las diferentes piezas y el proyecto al cual pertenecen esas piezas.

Los proyectos que representan el 79% de las órdenes de trabajo son: Llenadora Carballo R84, Llenadora Meyer, Llenadora KHS 63-12, Llenadora San Martín, Capsuladora Alcoa, Llenadora Carballo 62-14, Llenadora Kronen Línea 1, Llenadora Simonazzi Línea 4, Llenadora OH Línea 4, Llenadora KHS 80-14-14 Línea 1. Como se puede observar, casi todos los proyectos son llenadoras, por tanto, las piezas que conforman estos proyectos son las mismas.

Las piezas que representan el 74% de las órdenes de trabajo son: espárragos, postes tipo columnas de sujeción, guías en uhmw, estrellas en uhmw, estrellas bipartidas en uhmw, tornillo sinfín, postes tipo soportes, suplementos, separadores, bujes, punteras, ejes y tornillos. Cabe aclarar que estas piezas contienen más de una referencia.

## **6.2 DIAGNÓSTICO RESULTANTE DEL MODELO DE MADUREZ**

Se realiza el diagnóstico inicial de la situación actual del proceso productivo de Maquinados y Montajes SAS para lo cual se analizan los procesos de planeación, manufactura, aprovisionamiento y entregas mediante la calificación de las buenas prácticas de un modelo de madurez que se aplicó.

Debido a que el modelo es muy amplio, el alcance de este proyecto solo tratará algunas buenas prácticas de los dos primeros niveles, ya que para que la

organización pueda extender su coordinación y gestión a través de sus barreras involucrando a la cadena de suministro (proveedores y clientes) como se establece en los niveles tres y cuatro, primero debe haber una integración de todos los departamentos al interior de la empresa. Las buenas prácticas que fueron seleccionadas son las más acordes con el plan de mejoramiento implementado, es decir, son las más relacionadas con los procesos productivos de la empresa.

En primer lugar, se describen las deficiencias encontradas en todos los procesos para los cuatro niveles y se analiza las falencias en la documentación, luego se realiza un diagnóstico más profundo para las buenas prácticas a tratar.

## **6.2.1 Deficiencias de los cuatro procesos en los cuatro niveles**

### **6.2.1.1 Planeación**

- No se está planeando la ejecución de los procesos, por ejemplo, cuando se va a iniciar un nuevo proyecto de fabricación no hay comunicación entre todo el personal involucrado (administración, diseño, producción) para planear todo lo que se requiere para el proyecto en cuanto a tiempo y recursos.
- La organización cuenta con indicadores, sin embargo, desde Octubre del 2013 no se están midiendo, además faltan indicadores claves, por ejemplo, para medir el desempeño en el área de producción.
- Se ha medido el ausentismo del personal pero aún no se tienen estrategias para evitarlo.
- No hay una interrelación de los procesos logrando una colaboración interna entre los diferentes departamentos de la empresa.
- No siempre se utilizan las experiencias previas para mejorar ya que no se deja documentación de lo que se realiza, por ejemplo, cuando se fabrica una pieza

no se documenta, por lo tanto, en una ocasión que se tenga que volver a fabricar se vuelve a incurrir en los mismos errores.

- No se miden y evalúan indicadores con el fin de identificar oportunidades de mejoramiento.
- No hay participación con la cadena de suministro (proveedores y clientes) para que haya colaboración en los procesos claves, no hay estrategias y objetivos que involucren a la cadena ni se documentan las buenas prácticas compartidas entre los diferentes actores.
- Se tiene un sistema de información como soporte a los procesos de la organización, sin embargo, este sistema no está integrado con los demás actores de la cadena para recolectar datos e información.

**Análisis de la documentación:** Se tienen formatos para la recolección de información de diferentes procesos de la organización, también hay un formato “Listado Maestro de registro” para evaluar la adherencia de los procesos a las descripciones de los procedimientos, sin embargo, especialmente en el área de producción los operarios no colaboran llenando la información requerida de los formatos.

#### **6.2.1.2 Manufactura**

- El proceso productivo se encuentra documentado de manera macro, sin embargo, varios de los procesos para la fabricación de las piezas no se encuentran estandarizados, especialmente aquellos de difícil elaboración los cuales no se tiene una ruta definida a seguir para ser procesados.
- No se tiene claramente definida el área para el inventario de material en proceso, hay varias piezas sobre el piso de la planta que en ocasiones ni siquiera se diferencia la ciudad a la cual pertenecen.
- No se cuenta con un programa de mantenimiento definido, lo que ha ocasionado tiempos muertos por paradas en las máquinas.

- No hay un procedimiento implementado para programar la producción.
- Faltan reuniones para conectar internamente los procesos productivos de la organización con los demás procesos.
- No hay colaboración con la cadena de suministro (proveedores y clientes) para tener información sobre el desarrollo de los procesos productivos de la misma, las capacidades y restricciones que tienen los diferentes actores.
- No se han implementado estrategias para alcanzar una eficiencia superior a los promedios del mercado, tampoco se tienen programas de desarrollo e investigación para mejorar los procesos clave.

**Análisis de la documentación:** No se tiene documentación de los procesos productivos de las piezas debido a la gran variedad, no se hacen reuniones técnicas periódicas para tratar asuntos sobre los procesos productivos, las pocas reuniones que se han hecho no dejan documentación con el fin de mejorar continuamente en el proceso de producción. Los operarios por su parte, no llenan los formatos que se tienen, los cuales están orientados a realizar seguimiento de las piezas y a tener registros de los tiempos reales de procesamiento, además falta un procedimiento documentado para planear y programar la producción.

#### **6.2.1.3 Aprovisionamiento:**

- El almacén se encuentra desorganizado, no hay un procedimiento definido para gestionar la ubicación de materiales y repuestos considerando un buen orden y señalización.
- No se tiene conocimiento de las existencias, debido a que ningún elemento del almacén se encuentra inventariado, muchas veces se pide material nuevo para fabricar que puede existir en el almacén pero no se tiene conocimiento o se manda a fabricar algún repuesto que se tiene en el inventario de productos terminados.
- Falta mejorar la identificación de los materiales y repuestos existentes.

- No hay colaboración con la cadena de suministro (proveedores y clientes) para manejar el proceso de adquisiciones ni proyectos para integrar a los proveedores en los procesos claves de la cadena de suministro.
- El proceso de adquisiciones no maneja tecnologías como código de barras, sensores o RFID para su seguimiento y trazabilidad.

**Análisis de la documentación:** Los procedimientos básicos que se manejan en el almacén no están documentados como lo son la entrada de materiales, salida de materiales y el procedimiento para gestionar la identificación y ubicación de las existencias.

#### **6.2.1.4 Entregas**

- No hay procedimientos establecidos para establecer las condiciones y fechas de entrega con los clientes para cada orden, por tanto, este es un grave problema que tiene la empresa, ya que casi siempre se retrasan en las entregas.
- No se tienen documentados los principales problemas relacionados con la comunicación con el cliente y establecimiento de las órdenes de los clientes por tanto tampoco se tiene procedimientos definidos de trabajo en conjunto al interior de la organización para reducir los tiempos de entrega.
- No hay un procedimiento para hacer seguimiento a las fechas de entrega y al cumplimiento de las condiciones pactadas.
- No hay procedimiento coordinado dentro de la cadena de suministro para fortalecer relaciones de colaboración con los clientes, para compartir las mejores prácticas de servicio al cliente.
- El proceso de transporte del producto terminado no utiliza tecnología como códigos de barras, sensores o RFID para el seguimiento y trazabilidad.

**Análisis de la documentación:** No hay un documento para establecer fechas y condiciones de entrega con los clientes para cada orden, falta documentar políticas sobre servicio al cliente y establecer procedimientos para realizar seguimiento a las quejas de los clientes, no se documentan los problemas relacionados con el transporte y el montaje para identificar oportunidades de mejoramiento.

**6.2.2 Buenas prácticas a tratar para establecer la ruta de mejoramiento.** Del modelo original, solo se tuvieron en cuenta las buenas prácticas de los dos primeros niveles más acordes con los principales problemas que se presentan en la empresa y que están relacionadas con el sistema productivo (ejemplo: 1.1, 1.6, 2.4 y así sucesivamente para cada proceso (planeación, manufactura, aprovisionamiento, entregas), los demás numerales no aplican para el alcance de este proyecto ya que no hacen parte del plan de mejoramiento productivo que se quiere implementar en la empresa, tampoco se tuvieron en cuenta los niveles 3 y 4 puesto que dependen de los niveles 1 y 2.

Las buenas prácticas con calificación 2 no se tuvieron en cuenta ya que tienen un porcentaje de cumplimiento del 100%, aquellas con calificación 0 tienen un porcentaje de cumplimiento del 0% y las que fueron calificadas con 1 tienen un porcentaje de cumplimiento mayor al 0% y menor al 100%, siendo estas dos últimas el enfoque de mejora.

✓ **Planeación 1.1**

**Descripción:** Están establecidas las características mínimas para la descripción de un proceso dentro de la organización, incluyendo planeación de la ejecución y la estimación de los recursos requeridos para el funcionamiento de los procesos.

**Calificación:** 1

**Análisis:** En la empresa los procesos claves están descritos, faltando solamente el procedimiento de almacén, sin embargo, en el proceso de producción falta

complementar las características mínimas para su ejecución, no se establecen prioridades para la fabricación de los proyectos, no se realiza un análisis detallado de cuando se puede tener listo el proyecto ni de todos los recursos requeridos, igualmente en el procedimiento comercial faltan temas relacionados con el establecimiento de las fechas de entrega y el seguimiento de las órdenes. Se requiere redefinir estos procesos ya que son los que más falencias presentan y los que no cuentan con esas características mínimas para su descripción.

Se califica parcialmente y el porcentaje es bajo ya que estos procesos son vitales y es donde están fallando más en relación con su planeación.

**Porcentaje de cumplimiento:** 30%

✓ **Planeación 1.6**

**Descripción:** Los indicadores del desempeño de los procesos claves en la organización están definidos y son evaluados periódicamente.

**Calificación:** 1

**Análisis:** Se tienen indicadores, sin embargo, desde octubre del 2013 no se están midiendo, por lo cual en la actualidad este sistema de indicadores no es útil. Se califica como un cumplimiento parcial debido a que se tienen definidos y son funcionales, pero se necesita retomar la medición de los mismos.

**Porcentaje de cumplimiento:** 20%

✓ **Planeación 2.4**

**Descripción:** Existe una interrelación de los procesos de la organización, logrando la colaboración interna planeada.

**Calificación:** 0

**Análisis:** Los procesos de la organización no están interrelación, hay grandes fallas en la comunicación, por eso se generan problemas que afectan principalmente al área de producción.

**Porcentaje de cumplimiento:** 0%

✓ **Planeación 2.10**

**Descripción:** Los resultados de la medición y evaluación de los indicadores son revisados para identificar oportunidades de mejoramiento en la organización, retroalimentan lo que sucede, analizan causas e intentan solucionar los problemas.

**Calificación:** 0

**Análisis:** Debido a que no se han estado midiendo desde Octubre de 2013, no se han podido identificar oportunidades de mejoramiento, por eso, en primer lugar se debe retomar la medición de indicadores y en base a esta retroalimentar lo que sucede para mejorar.

**Porcentaje de cumplimiento:** 0%

✓ **Manufactura 1.1**

**Descripción:** Los procesos productivos están estandarizados (definidos, actualizados y documentados).

**Calificación:** 0

**Análisis:** Hay gran variedad de piezas, por lo tanto, es complicado lograr un estándar para cada una, lo que se puede hacer es establecer parámetros para los procesos que se realizan, sin embargo, esto no se hace, cada operario trabaja en base a su experiencia.

**Porcentaje de cumplimiento:** 0%

✓ **Manufactura 1.2**

**Descripción:** Existen documentos y diagramas que describen en detalle el proceso productivo de la organización.

**Calificación:** 0

**Análisis:** No se deja documentación de las piezas que se van fabricando, por lo tanto si en una próxima ocasión se van a realizar no se recuerda su procedimiento. Solo se tiene conocimiento del procesamiento de las piezas que normalmente se fabrican, sin embargo, no se tiene una documentación que describa el proceso de estas piezas, aunque se cuenta con un formato de

trazabilidad al respaldo del plano, los operarios no lo llenan, lo que hace que no se tenga información que describa el proceso de las piezas fabricadas.

**Porcentaje de cumplimiento:** 0%

✓ **Manufactura 1.3**

**Descripción:** Los documentos y diagramas que describen en detalle el proceso productivo de la organización, son conocidos y utilizados por el personal relacionado directamente con el proceso productivo.

**Calificación:** 0

**Análisis:** El personal trabaja en base a su experiencia, no hay parámetros establecidos para la manufactura, muchas veces usan incorrectamente las herramientas, tampoco se tienen establecidas las herramientas para cada centro de trabajo lo que produce desplazamientos constantes al almacén y a otros centros de trabajo, además no llenan los formatos que permiten tener la información sobre el procesamiento de las piezas.

La falta de estandarización en los procesos genera dos de los siete desperdicios, la lista de chequeo de desperdicios y el diagrama de radar correspondiente se encuentran en el anexo D.

**Desperdicio del procesamiento:** Se conoce la ruta de procesamiento que las piezas normalmente fabricadas deben seguir, sin embargo, existen piezas de menor rotación las cuales no se tiene definida la forma correcta de manufacturarlas lo que incurre en procesos innecesarios, que no agregan valor y que pueden terminar en reprocesos, de la misma manera se tiene que emplear mucho tiempo para poder interpretar la forma correcta para realizar estas piezas.

**Desperdicio del transporte:** Durante la jornada se observan continuos desplazamientos al almacén y a otros centros de trabajo porque no están establecidas las herramientas para cada centro de trabajo además que se tiene un

mal manejo de las herramientas lo que daña los insertos con más rapidez e incrementa los recorridos al almacén.

Desde la tercera semana de Julio hasta la primera semana de Agosto, se realizó una actividad denominada “Estudio de tiempos productivos e improductivos por máquina” donde cada día se le hacía seguimiento a una máquina diferente, con el fin de observar el tiempo que se emplea y el costo generado por estos desperdicios.

En la tabla 3 se observa para cada máquina los tiempos empleados en estos factores relacionados con el desperdicio del procesamiento y el desperdicio del transporte y el tiempo total observado.

**Tabla 3. Tiempos relacionados con los desperdicios del procesamiento y del transporte**

TIPO DE ESPERA	Tiempo registrado (min)								Total
	Handyman	Hartford	Romi	Doosan	Milltronics	Torno 1500	Torno 1000	Torno gris	
Dudas en el procesamiento	381	98	46	36	79				640
Interpretación de planos	32	112	43	68	121	33	47		456
Tiempo en almacén / búsqueda de herramientas en otras máquinas	57	37	47	12	30	47	78	30	338
Errores en los planos				36					36
Tiempo total en estos factores	470	247	136	152	230	80	125	30	1470
Tiempo total observado	1921	1465	1359	1581	1466	1092	681	265	9830
<b>% total en estos factores</b>	<b>24%</b>	<b>17%</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>16%</b>	<b>7%</b>	<b>18%</b>	<b>11%</b>	<b>15%</b>

Estos tiempos causados por estos desperdicios generaron un costo por ociosidad. El tiempo perdido se multiplicó por el valor de la hora de cada máquina. En la tabla 4 se presenta este análisis:

**Tabla 4. Costos asociados a los desperdicios del procesamiento y del transporte**

TIPO DE ESPERA	Costos asociados								Total
	Handyman	Hartford	Romi	Doosan	Mill-tronics	Torno 1500	Torno 1000	Torno gris	
Dudas en el procesamiento	\$ 698.500	\$179.666	\$50.600	\$39.600	\$144.833	\$ -	\$ -	\$ -	\$1.113.200
Interpretación de planos	\$58.666	\$205.333	\$47.300	\$ 74.800	\$221.833	\$30.250	\$43.083	\$ -	\$681.267
Tiempo en almacén / búsqueda de herramientas en otras máquinas	\$104.500	\$67.833	\$51.700	\$13.200	\$55.000	\$43.083	\$71.500	\$27.500	\$ 434.316
Errores en los planos	\$ -	\$ -	\$ -	\$39.600	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$39.600
<b>TOTAL</b>	\$861.667	\$452.833	\$149.600	\$167.200	\$421.667	\$ 73.333	\$114.583	\$27.500	\$1.587.116

**Porcentaje de cumplimiento: 0%**

✓ **Manufactura 1.4**

**Descripción:** Existe un procedimiento definido e implementado para identificar las áreas y gestionar la ubicación del inventario físico en los almacenes de producto terminado.

**Calificación:** 1

**Análisis:** El producto terminado que se tiene es poco debido a la forma de producción, sin embargo para los repuestos existentes se tiene una ubicación en

el almacén de acuerdo a la ciudad y al proyecto, pero falta mejorar la ubicación ya que hay elementos que no están en su lugar correspondiente, no hay una buena señalización, no está documentado el procedimiento para identificar las áreas y gestionar su ubicación y estos repuestos terminados no están inventariados.

Porcentaje de cumplimiento: 40%

✓ **Manufactura 1.5**

**Descripción:** Las áreas para los inventarios de material en proceso están claramente identificadas en los almacenes y existe un sistema de organización visual.

**Calificación:** 1

**Análisis:** El material en proceso se tiene en cierto lugar de la planta como se observa en los diagramas de recorrido pero no hay un sistema de organización visual para diferenciarlo por ciudad y por proyecto.

Porcentaje de cumplimiento: 50%

✓ **Manufactura 1.15**

**Descripción:** Las fallas ocasionadas por la falta de mantenimiento están identificadas y documentadas.

**Calificación:** 1

**Análisis:** Las fallas que han ocasionado paradas en las máquinas se encuentran documentadas en las hojas de vida de las máquinas, sin embargo, puede ser que se pase por alto la documentación de algunas fallas como lo sucedido durante la realización del diagnóstico, en el que las tres últimas fallas no se documentaron.

A continuación se presenta en la tabla 5 las fallas presentadas en determinadas máquinas durante la realización del diagnóstico de este proyecto.

**Tabla 5. Fallas presentadas en las máquinas por falta de mantenimiento preventivo**

<b>Máquina</b>	<b>Falla presentada</b>	<b>Tiempo perdido</b>
<b>Handyman</b>	Cuando se prendió la máquina no se generó el código.	1 hora, 30 minutos
<b>Handyman</b>	La máquina no hace cambio de herramientas, se quedan en el magazin generando una alarma mlc02 (tool clamp/unclamp not exact).	11 horas
<b>Torno CNC Doosan</b>	El tanque que contiene el aceite hidráulico se llenó de refrigerante.	3 horas, 30 minutos
<b>Torno CNC Doosan</b>	Refrigerante en mal estado, se tuvo que limpiar el tanque de refrigeración y cambiar el transportador.	11 horas
<b>Torno CNC Doosan</b>	Desgaste en los rodamientos del punto.	1 hora, 30 minutos
<b>Equipo de soldadura</b>	Se encontraron dos fases en contacto, se desarmo el equipo y tuvieron que desconectar las fases.	2 horas
<b>Torno convencional</b>	Cable del neutro desconectado y cables de la bornera del avance rápido sueltos	2 horas
<b>Torno convencional</b>	Se dejó pasar la barra portaherramientas y choca contra la copa y queda marcada, sin embargo, el daño se presenta en la caja del torno que es	8 horas
<b>Torno convencional</b>	Se tapó un tubo que distribuye aceite a la máquina, el operario se percata porque cuando prende el torno el aceite en el visor de la bomba no sube al	4 horas
<b>Milltronics</b>	Refrigerante contaminado, se tuvo que volver a sacar el aceite	8 horas
<b>Milltronics</b>	Refrigerante en estado de descomposición en el tanque blanco para el refrigerante a través del husillo, se cambió el refrigerante y se limpió el	7 horas
<b>Hartford</b>	Este centro de mecanizado posee una batería que alimenta su sistema, al acabarse provocó que el final de carrera en el eje z no se detuviera por lo	4 días
<b>Handyman</b>	Los micros o finales de carrera se pegaron, por lo que tuvieron que ser revisados.	4 horas, 30 minutos
<b>Milltronics</b>	Se acabó el aceite, por lo que la máquina no pudo seguir trabajando.	3 horas, 30 minutos

**Porcentaje de cumplimiento: 70%**

✓ **Manufactura 1.16**

**Descripción:** Existe un programa de mantenimiento definido para la organización, que interviene los equipos involucrados en los procesos productivos.

**Calificación:** 0

**Análisis:** No se ha hecho algo al respecto para evitar los tiempos perdidos por paradas en las máquinas, el mantenimiento realizado solo es correctivo cuando ya la falla se ha presentado, lo que ocasiona grandes pérdidas de tiempo debido a que la máquina no puede producir y de costos para la reparación.

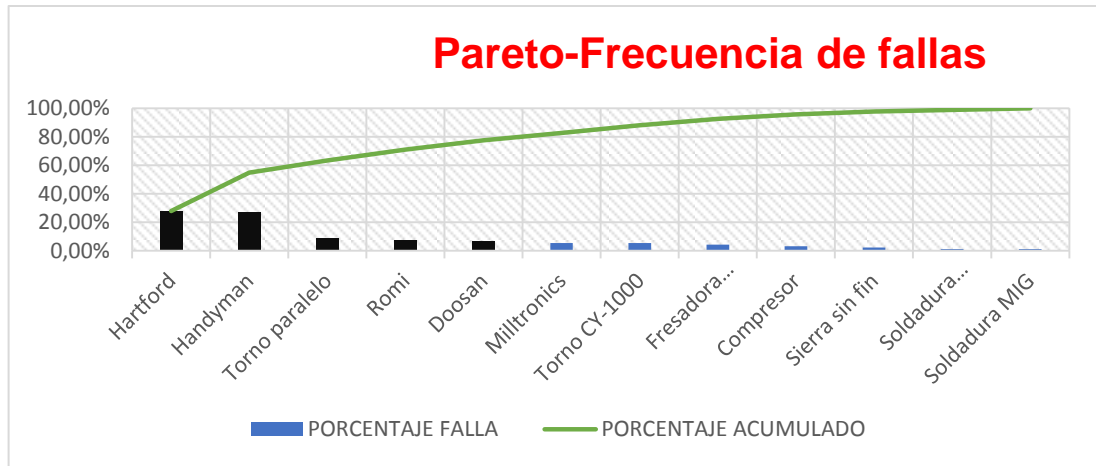
En la tabla 6 se presenta un análisis realizado durante el período de Enero de 2013 a Junio de 2014 donde se puede observar las fallas que ha presentado cada máquina y los costos que estos ha representado para la empresa.

**Tabla 6. Costos asociados a la falta de mantenimiento preventivo**

MAQUINA	FRECUENCIA FALLAS	COSTO PRODUCCION	COSTO MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL	PORCENTAJE FALLA	PORCENTAJE ACUMULADO
Hartford	26	\$ 12.375.000,00	\$ 9.270.074,00	\$ 21.645.074,00	27,96%	27,96%
Handyman	25	\$ 14.740.000,00	\$ 12.002.140	\$ 26.742.140,00	26,88%	54,84%
Torno paralelo	8	\$ 6.985.000,00	\$ 3.779.620,00	\$ 10.764.620,00	8,60%	63,44%
Romi	7	\$ 1.620.000,00	\$ 2.897.151,00	\$ 4.517.151,00	7,53%	70,97%
Doosan	6	\$ 1.914.000,00	\$ 2.096.190,00	\$ 4.010.190,00	6,45%	77,42%
Miltronics	5	\$ 5.500.000,00	\$ 1.422.047,00	\$ 6.922.047,00	5,38%	82,80%
Torno CY-1000	5	\$ 1.100.000,00	\$ 1.890.000,00	\$ 2.990.000,00	5,38%	88,17%
Fresadora torreta	4	\$ 742.500,00	\$ 1.485.000,00	\$ 2.227.500,00	4,30%	92,47%
Compresor	3	\$ 3.608.000,00	\$ 1.861.000,00	\$ 5.469.000,00	3,23%	95,70%
Sierra sin fin	2	\$ 440.000,00	\$ 720.000,00	\$ 1.160.000,00	2,15%	97,85%
Soldadura Electrica	1	\$ 110.000,00	\$ 193.000,00	\$ 303.000,00	1,08%	98,92%
Soldadura MIG	1	\$ 360.000,00	\$ 220.000,00	\$ 580.000,00	1,08%	100,00%
	93	\$ 49.494.500	\$ 37.836.222	\$ 87.330.722	100,00%	

En la figura 13 se puede observar el diagrama de Pareto donde se identifica las máquinas que más han incidido en fallas por falta de mantenimiento preventivo.

**Figura 13. Diagrama de Pareto – Frecuencia de fallas**



**Porcentaje de cumplimiento: 0%**

✓ **Manufactura 2.5**

**Descripción:** Existe un procedimiento documentado e implementado para planear y programar la producción.

**Calificación:** 0

**Análisis:** No se tiene este procedimiento.

**Observaciones:**

- Se establece una fecha de entrega sin realizar un previo análisis si producción está o no en la capacidad de cumplir.
- No se establecen prioridades entre los diferentes proyectos, debido a que no hay una programación formal se admiten interrupciones relacionadas con cambios de proyecto debido a que hay órdenes más urgentes por atender.
- Debido a la falta de prioridades en los proyectos, se comprometen con varios al mismo tiempo, esto se evidencia en la cantidad de inventario en proceso que se observa a lo largo de la planta donde se ven piezas de diferentes proyectos y

ciudades que no han sido ensambladas en un proyecto final, debido a que ninguno de esos proyectos ha podido ser terminado.

- No hay una programación diaria para la producción, razón por la cual durante la jornada laboral se observa pérdidas de tiempos cuando el operario no tiene trabajos asignados y debe esperar nueva orden.
- No hay unas fases para la planificación de los proyectos, no se visualiza desde un principio las actividades necesarias hasta el ensamble final, por lo tanto, no se tiene una programación de cuando se debe hacer cada pieza ocasionando pérdidas de tiempo en la sección de banco debido a que no se encuentran todas las piezas listas para realizar los respectivos ensambles, a veces ellos tienen que recorrer las máquinas para saber dónde se está realizando la pieza que necesitan.
- Cuando un cliente llama a presionar, inmediatamente se convierte en una orden urgente, por lo tanto, se debe trabajar con presión lo que ocasiona que el operario por cumplir con rapidez con los trabajos asignados dañe la pieza lo que ocasiona reprocesos, ya que estas piezas tienen holguras mínimas que se deben respetar.
- La estimación de la duración de las actividades se da de manera subjetiva basados en la experiencia, estos tiempos no son reales, muchas veces el operario se demora más de lo que se estima.

Debido a la mala planeación y programación de la producción se observan los siguientes tipos de desperdicios:

**Desperdicio del tiempo de espera:** Los tiempos improductivos durante la jornada laboral son evidentes, son varias las causas, por ejemplo: espera del programa en los centros de mecanizado debido a que no se deja programado con tiempo los programas que se requieren hacer, espera de una orden debido a que no se dejaron los trabajos programados y cambios de orden para atender trabajos más

urgentes. Para mostrar este desperdicio también se hizo uso del “Estudio de tiempos productivos e improductivos por máquina”.

En la tabla 7 se observa para cada máquina los tiempos perdidos por los factores anteriormente mencionados.

**Tabla 7. Tiempos perdidos por máquina**

TIPO DE ESPERA	Tiempo registrado (min)								Total
	Handyman	Hartford	Romi	Doosan	Milltronics	Torno 1500	Torno 1000	Torno gris	
Espera de programa en los centros de mecanizado	112	162			148				422
Espera de nueva orden (no se había programado trabajo)	10	81		30	60		99		280
Cambio de proyecto			86	225					311
Tiempo total en estos factores	122	243	86	255	208	0	99	0	1013
Tiempo total observado	1921	1465	1359	1581	1466	1092	681	265	9830
<b>% total en estos factores</b>	<b>6%</b>	<b>17%</b>	<b>6%</b>	<b>16%</b>	<b>14%</b>	<b>0%</b>	<b>15%</b>	<b>0%</b>	<b>10%</b>

Estos tiempos en los cuales tanto la máquina como el operario se encontraron ociosos, generaron un costo por ociosidad. El tiempo perdido se multiplicó por el valor de la hora de cada máquina. En la tabla 8 se presenta este análisis:

**Tabla 8. Costos asociados a los tiempos de espera**

TIPO DE ESPERA	Costos asociados								Total
	Handyman	Hartford	Romi	Doosan	Milltronics	Torno 1500	Torno 1000	Torno gris	
Espera de programa en los centros de mecanizado	\$ 205.333	\$297.000	\$ -	\$ -	\$271.333	\$ -	\$ -	\$ -	\$773.667
Espera de nueva orden (no se había programado trabajo)	\$ 18.333	\$148.500	\$ -	\$33.000	\$110.000	\$ -	\$90.750	\$ -	\$400.583
Cambio de proyecto	\$ -	\$ -	\$94.600	\$247.500	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$342.100
<b>TOTAL</b>	\$223.667	\$ 445.500	\$94.600	\$280.500	\$381.333	\$ -	\$90.750	\$ -	\$1.516.350

**Desperdicio del inventario:** No se conoce las existencias de material para producir ni de repuestos terminados que pueden ser reutilizados en otros proyectos, por lo que a veces se solicita material o se mandar a fabricar piezas sin ser necesario. En cuanto al inventario de producto en proceso, se observa bastante en los pasillos de la planta debido a que se le agrega valor a las piezas, pero no se continúa el proceso de las mismas en el momento ya que atienden varios proyectos al tiempo dependiendo de la urgencia y sin asignar prioridades.

**Desperdicio del movimiento:** Hay movimientos innecesarios como: los desmontajes de las piezas perdiéndose el alistamiento y la programación ya realizada debido a que se le tiene que dar prioridad a otra orden de mayor urgencia y la búsqueda de piezas que se encuentran en las distintas máquinas por parte de los operarios de banco debido a que no están completas para realizar el ensamble.

**Desperdicio de los defectos en los productos:** Debido a la presión por entregar los trabajos a tiempo y a la falta de medición, continuamente se dañan piezas lo cual se traduce en altos costos para la empresa.

**Porcentaje de cumplimiento: 0%**

✓ **Manufactura 2.7**

**Descripción:** Los procesos productivos de la organización están conectados internamente por medio de reuniones periódicas con otros procesos de la organización.

**Calificación:** 1

**Análisis:** Se realizan reuniones pero esporádicas para tratar problemas presentados con las órdenes, sin embargo, no queda evidencia de nada, no se realizan actas de esas reuniones, además falta más integración con otros departamentos, esa falta de comunicación es una causa de las demoras en las entregas a los clientes.

**Porcentaje de cumplimiento: 30%**

✓ **Manufactura 2.13**

**Descripción:** Existen políticas que buscan minimizar los inventarios de productos terminados.

**Calificación:** 0

**Análisis:** No se busca minimizar el inventario de producto terminado, por el contrario se manda a fabricar más de lo solicitado para dejar en stock en el almacén. Por lo tanto se genera el siguiente desperdicio:

**Desperdicio de la sobreproducción:** Cuando se fabrican repuestos en grandes cantidades generalmente se mandan a fabricar más de los solicitados. El problema que está generando esto, consiste en que el almacén se llena cada vez más de repuestos que duran años sin utilizarse y dejan de servir, lo cual ocupa un espacio significativo además se pierde el tiempo y el dinero que se invirtió para procesarlos.

**Porcentaje de cumplimiento:** 0%

✓ **Aprovisionamiento 1.1**

**Descripción:** Existen políticas claramente definidas, documentadas e implementadas para la gestión y el control del inventario de materias primas.

**Calificación:** 1

**Análisis:** La política que se tiene definida es comprar únicamente de acuerdo a lo que se requiera según el plano, pero no siempre se cumple ya que puede que se solicite más o simplemente se desconozca el inventario de materiales del almacén, además se requieren más políticas relacionadas con la verificación de las compras, la recepción e identificación de todos los elementos del almacén y el mantenimiento del inventario.

**Porcentaje de cumplimiento:** 60%

✓ **Aprovisionamiento 1.2**

**Descripción:** Los principales problemas relacionados con el control de los inventarios y el suministro de materias primas están identificados y documentados.

**Calificación:** 0

**Análisis:** No se encuentran documentados estos problemas.

**Porcentaje de cumplimiento:** 0%

✓ **Aprovisionamiento 1.3**

**Descripción:** Las áreas para los inventarios de materias primas están claramente identificadas en los almacenes y existe un sistema de organización visual.

**Calificación:** 1

**Análisis:** Se tiene un espacio para los materiales y repuestos terminados pero no hay una buena señalización, falta mejorar la identificación y ubicación.

**Porcentaje de cumplimiento:** 50%

✓ **Aprovisionamiento 1.4**

**Descripción:** Existe un procedimiento definido, documentado e implementado para gestionar la ubicación de materiales y repuestos en los almacenes, que consideran el orden, la limpieza y la identificación del almacenamiento como factores principales.

**Calificación:** 0

**Análisis:** No hay un procedimiento para gestionar la ubicación de materiales y repuestos que considere el orden y la limpieza. Se requiere implementar 5´s para organizar el almacén.

En el anexo E se encuentran la lista de chequeo empleada junto con la evaluación durante el diagnóstico antes de la implementación de las mejoras y el diagrama de radar. En la tabla 9 se muestra el nivel de cumplimiento de las 5 S´s en el almacén durante el diagnóstico inicial.

**Tabla 9. Nivel de cumplimiento inicial de las 5 S´s en el almacén.**

5 S's	Puntaje Obtenido	Puntaje Máximo	Cumplimiento inicial
SEIRI	13	25	52%
SEITON	17	35	49%
SEISO	13	25	52%
SEIKETSU	13	25	52%
SHITSUKE	23	35	66%

**Problemas detectados:**

**Seiri (Clasificar):** Se encuentran demasiados elementos innecesarios como repuestos terminados que nunca se usan y retal de plástico uhmw que no es funcional ocupando un espacio vital.

**Seiton (Organizar):** El piso se encuentra lleno de materiales obstaculizando el paso, falta mejorar la identificación e inventariar las existencias ya que se pierde

mucho tiempo buscando algún elemento, hay casos en que definitivamente no se encuentra lo que se está buscando.

**Seiso (Limpiar):** No se organizan jornadas de limpieza en el almacén, debido al desorden no siempre se mantiene limpio el lugar de trabajo, a las estanterías donde se encuentran ubicados los materiales y repuestos también les hace falta limpieza.

**Seiketsu (Bienestar):** Falta mejorar la comunicación entre los dos almacenistas, así como la comunicación con el resto de personal, las zonas no están delimitadas adecuadamente, hay una mala señalización y no hay un buen hábito de que las cosas permanezcan siempre en el lugar donde es.

**Shitsuke (Autodisciplina):** Falta iniciativa propia para mantener aseado el puesto de trabajo y garantizar la limpieza de todo el almacén, realizar las labores mediante los procesos establecidos y mejorar el clima laboral.

**Porcentaje de cumplimiento:** 0%

✓ **Aprovisionamiento 1.5**

**Descripción:** Existe un procedimiento definido, documentado e implementado para la entrada de materiales hacia los almacenes de materias primas.

**Calificación:** 1

**Análisis:** Se conoce el procedimiento pero no se tiene documentado.

Porcentaje de cumplimiento: 50%

✓ **Aprovisionamiento 1.6**

**Descripción:** Existe un procedimiento definido, documentado e implementado para la salida de materiales desde los almacenes de materias primas.

**Calificación:** 1

**Análisis:** Se conoce el procedimiento pero no se tiene documentado.

Porcentaje de cumplimiento: 50%

✓ **Entregas 1.1**

**Descripción:** Existen procedimientos definidos, documentados e implementados para establecer las órdenes de los clientes, acordar las condiciones y los tiempos de entrega específicos para cada orden.

**Calificación:** 0

**Análisis:** No hay un procedimiento implementado para acordar condiciones y tiempos de entrega, se establece una fecha pactada al momento de realizar la cotización pero generalmente hay retrasos ya que no hay un previo análisis para fijar una fecha razonable para la entrega.

**Porcentaje de cumplimiento:** 0%

✓ **Entregas 1.8**

**Descripción:** Existen procedimientos definidos, documentados e implementados para establecer los tiempos de entrega de los productos y servicios de cada orden de los clientes.

**Calificación:** 0

**Análisis:** No hay un procedimiento definido para establecer fechas de entrega, no se evalúa la disponibilidad de los departamentos de diseño y producción, no hay un seguimiento de las órdenes de trabajo vigentes para tener mayor claridad al momento de pactar una fecha para un nuevo proyecto, no hay planeación de los proyectos y los departamentos involucrados no asumen un compromiso de entrega según la complejidad del proyecto a tratar.

**Porcentaje de cumplimiento:** 0%

✓ **Entregas 2.1**

**Descripción:** Existen procedimientos definidos, documentados e implementados para obtener información sobre el estado de las órdenes de los clientes y hacer seguimiento de los tiempos de entrega, oportunidad en la entrega y el cumplimiento de las condiciones pactadas.

**Calificación:** 0

**Análisis:** En el sistema de información los operarios digitan las actividades que van realizando de cada orden de trabajo, algunos no digitan la pieza que trabajaron solo el proceso que realizaron (ej: cilindrado, refrentado, taladrado, etc...), por lo tanto, no se hace un buen seguimiento del estado de las órdenes de los clientes y de las condiciones pactadas, no hay una forma de ver si se puede cumplir la fecha pactada, no se gestionan los recursos necesarios a tiempo para poder cumplirle al cliente, a veces se reacciona cuando ya se ha vencido la fecha de entrega.

**Porcentaje de cumplimiento:** 0%

### ✓ **Entregas 2.2**

**Descripción:** Existen procedimientos definidos, documentados e implementados de trabajo conjunto al interior de la organización para reducir los tiempos de entrega de los productos y servicios y optimizar el proceso de distribución.

**Calificación:** 0

**Análisis:** La organización quiere mejorar el cumplimiento en las entregas pues constantemente se retrasan, pero no hay un procedimiento para reducir estos tiempos.

En la tabla 10 se puede observar como los departamentos involucrados (administración, diseño y producción) han influido en los retrasos en las entregas.

**Tabla 10. Causas de retrasos en las entregas por departamento**

RETRASOS EN LAS ENTREGAS		
ADMINISTRACIÓN	DISEÑO	PRODUCCIÓN
- Las fechas de entrega se establecen sin tener la información suficiente que a lo menos involucre la situación actual de diseño y producción.	- Fallas en el levantamiento de la información, no siempre en la primera visita se recolecta toda la información necesaria.	- Debido a la gran variedad de piezas no se tiene una idea de los tiempos que realmente puede durar el procesamiento de las mismas.
- Algunas fechas estimadas se quedan cortas para todo el trabajo que se requiere.	- No se están garantizando las cotas en los planos que se requieren.	- Falta una planeación del proyecto que permita visualizar el tiempo estimado que se tiene para la entrega y el porcentaje de avance del mismo.
- Se pactan fechas de entrega sin tener en cuenta todas las órdenes que se encuentren en ejecución.	- Las autorizaciones por parte del Dir. De Ingeniería y Producción son demoradas cuando se encuentra de viaje.	- Falta un control diario que asegure los trabajos asignados para cada máquina diariamente.
- No hay comunicación con diseño y producción para saber sus tiempos estimados para la realización del trabajo.	- Diseño produce planos sin analizar previamente si esto generan trabajo para la zona de mecanizado.	- Tiempos improductivos durante la jornada laboral.

**Porcentaje de cumplimiento: 0%**

**6.2.3 Resultados.** Se tuvo en cuenta buenas prácticas de los niveles inferiores (1 y 2) y aun así se evidencia el bajo cumplimiento en las mismas y por consiguiente, el bajo nivel de madurez de la empresa, estas serán el enfoque de mejora para este proyecto. En el numeral 6.2.2 se pudo observar el análisis respectivo de cada buena práctica donde se justifica la calificación y el porcentaje de cumplimiento asignado.

**Tabla 11. Leyenda de colores para el nivel de cumplimiento por nivel.**

COLOR	VALOR MAX	VALOR MIN
	100%	
	99,99%	75,0%
	74,99%	40,0%
	39,99%	20,1%
	20,0%	0,00%

Fuente: Díaz Jaimes<sup>17</sup>

**Tabla 12. Porcentaje de cumplimiento de las buenas prácticas antes de la implementación de las mejoras**

Buena práctica	Porcentaje de cumplimiento
Planeación 1.1	30%
Planeación 1.6	20%
Planeación 2.4	0%
Planeación 2.10	0%
Manufactura 1.1	0%
Manufactura 1.2	0%
Manufactura 1.3	0%
Manufactura 1.4	40%
Manufactura 1.5	50%
Manufactura 1.15	70%
Manufactura 1.16	0%
Manufactura 2.5	0%
Manufactura 2.7	30%
Manufactura 2.13	0%
Aprovisionamiento 1.1	60%
Aprovisionamiento 1.2	0%
Aprovisionamiento 1.3	50%
Aprovisionamiento 1.4	0%
Aprovisionamiento 1.5	50%
Aprovisionamiento 1.6	50%
Entregas 1.1	0%
Entregas 1.8	0%
Entregas 2.1	0%
Entregas 2.2	0%

<sup>17</sup> DÍAZ JAIMES, María del Pilar. Modelo de madurez para evaluar pequeñas y medianas empresas manufactureras en Bucaramanga y su área metropolitana con el enfoque de gestión de la cadena de suministro. Trabajo de investigación para optar el título de Magíster en Ingeniería Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2014, p. 74

## 7. IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

Las propuestas de mejora se basaron en las buenas prácticas seleccionadas del modelo de madurez para establecer la ruta de mejoramiento, a continuación se muestran las acciones realizadas para el cumplimiento de cada buena práctica y seguidamente la implementación de las mejoras propuestas.

### 7.1 MEJORAS IMPLEMENTADAS EN BASE A LAS BUENAS PRÁCTICAS

#### ✓ Planeación 1.1

**Descripción:** Están establecidas las características mínimas para la descripción de un proceso dentro de la organización, incluyendo planeación de la ejecución y la estimación de los recursos requeridos para el funcionamiento de los procesos.

**Implementación:** La mayoría de los procesos claves de la empresa se encontraban descritos. Para incrementar el cumplimiento de esta buena práctica se documentó el procedimiento para el almacén que no se tenía y se redefinieron los procedimientos de producción y comercial.

Con la implementación de las buenas prácticas se dejaron debidamente documentados los procedimientos faltantes o con necesidad de ser mejorados como el caso del proceso de producción y el proceso comercial, en los cuales se incluyen esas características mínimas que se necesitan para describir un proceso dentro de la organización y se hace énfasis en que la empresa debe planear cada uno de sus proyectos de fabricación y realizar seguimiento y control.

Además de la documentación e implementación de procedimientos, se establecieron las reuniones técnicas semanales con el fin de involucrar los distintos departamentos que hacen parte de la elaboración de un proyecto de fabricación, en estas reuniones se realiza seguimiento a las órdenes en ejecución y se planea la ejecución de recursos necesarios para cumplir con las órdenes de trabajo, gracias a esta integración entre los departamentos se refuerza el funcionamiento de los procesos.

En las buenas prácticas que se tratarán posteriormente se profundizará en los procedimientos definidos, documentados e implementados y las reuniones técnicas establecidas que han permitido una mejor planeación y funcionamiento de los procesos de la organización.

Debido a que los procesos faltantes y los procesos que fueron mejorados se encuentran recién implementados se puede seguir mejorando en el funcionamiento de los mismos en el corto plazo, por lo que al momento la buena práctica ha alcanzado un alto cumplimiento pero no en su totalidad.

**Porcentaje de cumplimiento: 80%**

#### ✓ **Planeación 1.6**

**Descripción:** Los indicadores del desempeño de los procesos claves en la organización están definidos y son evaluados periódicamente.

**Implementación:** La empresa ya contaba con indicadores definidos, sin embargo, desde octubre de 2013 no se estaban midiendo, por lo que el sistema de indicadores no estaba funcionando. Se comunicó a la empresa la importancia de tener indicadores de medición y que sean funcionales, lo cual da cumplimiento a esta buena práctica del proceso de planeación, por lo que ha sido la Coordinadora HSEQ la encargada de que se retome la evaluación de los mismos.

El área de producción necesita más indicadores que permitan evaluar su desempeño con detalle, ya que solo se cuenta con el indicador de promedio mensual de cumplimiento de OT para este departamento. Siendo precisamente producción, el área de enfoque de este proyecto de grado, se sugiere la medición de cuatro nuevos indicadores para este departamento los cuales se presentan en el numeral 8.2.

El cumplimiento de esta buena práctica no es total debido a que falta retomar la evaluación periódica de unos pocos indicadores.

**Porcentaje de cumplimiento:** 80%

#### ✓ **Planeación 2.4**

**Descripción:** Existe una interrelación de los procesos de la organización, logrando la colaboración interna planeada.

**Implementación:** Antes de empezar con el plan de mejoramiento, no había comunicación ni interrelación entre los diferentes departamentos, por lo tanto, era evidente que esa falta de colaboración generara problemas como el incumplimiento en las entregas.

El área administrativa no tenía en cuenta la capacidad de diseño y producción para involucrarse en nuevos proyectos y no contaba con la información de los tiempos estimados por cada departamento para la ejecución de los mismos, diseño entregaba los planos a producción poco antes o incluso después de la fecha de entrega y en el área de producción no se realizaba una planeación que permitiera realizar control y seguimiento a los proyectos e informar a la dirección su porcentaje de avance.

Debido a estos problemas, se vio la necesidad de implementar buenas prácticas como ésta, para que la empresa empiece a mejorar en la colaboración interna

planeada, por lo que surgió el establecimiento de las reuniones técnicas semanales.

En la buena práctica Manufactura 2.7 se refuerza la importancia de esa interrelación en el mejoramiento de los procesos productivos de la organización, por lo que los detalles del establecimiento de las reuniones, los involucrados y los temas a tratar serán explicados con detalle al tratar esa buena práctica.

Al momento se ha avanzado bastante en este tema y ya se encuentran implementadas las reuniones, sin embargo aún se puede mejorar la comunicación entre departamentos.

**Porcentaje de cumplimiento: 80%**

✓ **Planeación 2.10**

**Descripción:** Los resultados de la medición y evaluación de los indicadores son revisados para identificar oportunidades de mejoramiento en la organización, retroalimentan lo que sucede, analizan causas e intentan solucionar los problemas.

**Implementación:** La ficha técnica de los indicadores contiene cuatro espacios que son los siguientes:

1. **Identificación del indicador:** Este campo contiene el nombre del indicador, el proceso al cual pertenece, el objetivo integral con el cual está relacionado, su fórmula, la meta a alcanzar y su frecuencia de revisión.
2. **Tabla de datos:** Esta tabla contiene el período de revisión, los datos necesarios para calcular el indicador, el porcentaje de cumplimiento y la meta a alcanzar. Con estas dos últimas casillas, se demuestra si se alcanzó o no el cumplimiento del indicador.
3. **Gráfico:** Por medio de un diagrama en forma de columna, se muestra gráficamente el cumplimiento del indicador para los diferentes períodos medidos durante el año.

4. **Análisis:** En este campo, para cada período de revisión durante el año, se incluye un análisis de los resultados obtenidos con la medición y los planes de acción para elevar el cumplimiento.

Con esta ficha técnica, se muestra que los resultados de la evaluación de los indicadores son utilizados para implementar acciones que permitan el mejoramiento en la organización, para hacer retroalimentación e intentar dar solución a las dificultades que impiden un buen resultado.

Hasta hace poco se empezó a retomar la medición de indicadores, por lo tanto, en el momento no se han tomado decisiones estratégicas basadas en el resultado de la medición de los mismos.

La mayoría de los indicadores que se tienen están relacionados con la salud ocupacional y el sistema de gestión de calidad, sin embargo, también se tiene indicadores para mejorar tiempos de entrega, cumplimiento por parte de diseño y producción y el aumento en la satisfacción del cliente, en estas áreas es donde más se están enfocando los esfuerzos en el momento, por eso parte de este proyecto se dedica a mejorar la planeación y el control de los proyectos con el fin de incrementar el índice de cumplimiento.

Debido a que la medición se ha retomado recientemente, falta fortalecer más el proceso de medición de manera que se tomen decisiones de tipo estratégica en busca del mejoramiento continuo de la organización.

**Porcentaje de cumplimiento:** 70%

✓ **Manufactura 1.1**

**Descripción:** Los procesos productivos están estandarizados (definidos, actualizados y documentados).

**Implementación:** Se realizó una propuesta de estandarización de parámetros para la manufactura de las piezas a nivel macro debido a lo complejo de lograr un estándar para cada pieza fabricada en el tiempo del proyecto.

Se hizo uso de los manuales de Insertos Mitsubishi e Insertos Korloy que son los proveedores de estas herramientas a la empresa, de los cuales se obtuvieron tablas estándares para las velocidades de corte de acuerdo a los principales insertos usados por los operarios, al material y al proceso a realizar. En cuanto a las revoluciones por minuto (R.P.M), estas son calculadas de acuerdo a la velocidad de corte.

Las tablas para la estandarización de parámetros se encuentran en el anexo F y fueron revisadas por el tutor de la empresa que es ingeniero mecánico, para su respectiva validación.

Debido a que las tablas son bastante generales, no se puede decir que hay una estandarización total de los procesos productivos pero si son unos parámetros establecidos que permiten un mejor uso de las herramientas y menores tiempos de procesamiento, el cumplimiento de esta buena práctica al momento es parcial.

**Porcentaje de cumplimiento:** 60%

#### ✓ **Manufactura 1.2**

**Descripción:** Existen documentos y diagramas que describen en detalle el proceso productivo de la organización.

**Implementación:** Inicialmente se quería implementar un formato para la documentación de piezas de baja rotación y/o difícil procesamiento, pero dado que la empresa quiere simplificar lo más que se pueda el número de formatos existentes, se llegó al acuerdo de gestionar el uso del formato de trazabilidad que

ya se tenía para recolectar la información del procesamiento de todas las piezas que se fabriquen.

De igual forma, como complemento para el cumplimiento de esta buena práctica, en el diseño de la herramienta informática que se presentará en el numeral 7.2 se deja una base de datos de tiempos y costos reales de procesamiento, en esa base se muestra cada pieza que se ha fabricado y los centros de trabajo por los que debe pasar para su procesamiento, lo cual además de servir como una herramienta para planeación y programación también sirve como una documentación que describe en detalle el proceso productivo de cada pieza.

**Porcentaje de cumplimiento:** 80%

### ✓ **Manufactura 1.3**

**Descripción:** Los documentos y diagramas que describen en detalle el proceso productivo de la organización, son conocidos y utilizados por el personal relacionado directamente con el proceso productivo.

**Implementación:** Las tablas de estandarización de parámetros se han dado a conocer en el área de producción y son los coordinadores los encargados de velar por el cumplimiento de lo que se encuentra allí documentado, ahora ya se tiene mayor compromiso para llenar los formatos de trazabilidad.

Mejorar en cuanto a la estandarización contribuye a la reducción de dos de los siete desperdicios analizados, la lista de chequeo de desperdicios y el diagrama de radar correspondiente después de la implementación de las buenas prácticas se encuentran en el anexo G.

**Desperdicio del procesamiento:** Esta pérdida se debe básicamente a dos razones: Falta de todas las cotas necesarias de los planos que recibe el operario y dudas sobre la fabricación de una pieza nueva.

Para garantizar las cotas debe haber un filtro, los coordinadores deben revisar los planos antes de llevarlos a los operarios y en cuanto a la fabricación de las piezas nuevas se debe llenar la trazabilidad del plano como se hace con cualquier otra pieza, de manera que cuando se vuelva a fabricar no se vuelva a incurrir en esos tiempos largos de análisis, además de esto, si hay una buena planeación de la producción, además de la asignación de los trabajos, los coordinadores se encargan de realizar una breve socialización con los operarios sobre la nueva pieza a fabricar, siendo esto una colaboración mutua para reducir los tiempos de análisis.

**Desperdicio del transporte:** Tener herramientas establecidas para cada centro de trabajo reduce los constantes desplazamientos y el correcto uso de las mismas por medio de parámetros establecidos permite una mayor duración y así también se evitan recorridos al almacén para solicitar una nueva herramienta.

**Porcentaje de cumplimiento:** 80%

✓ **Manufactura 1.4**

**Descripción:** Existe un procedimiento definido e implementado para identificar las áreas y gestionar la ubicación del inventario físico en los almacenes de producto terminado.

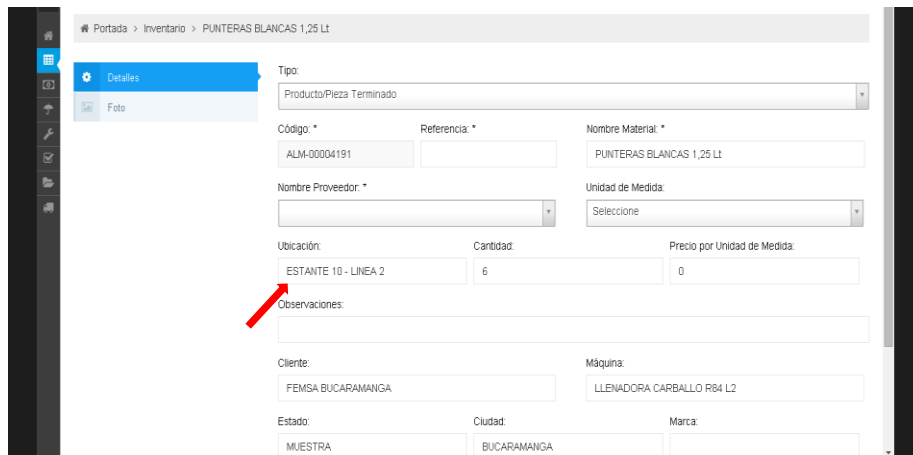
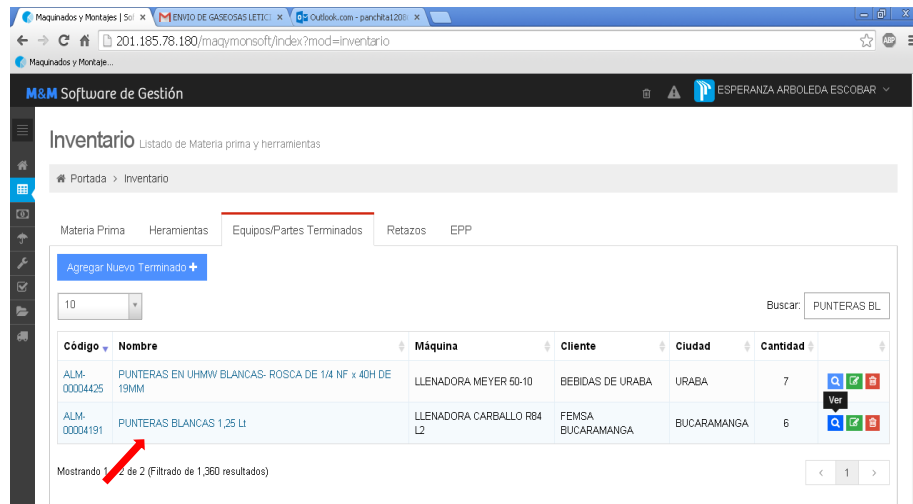
**Implementación:** Antes de la organización del almacén se tenía una ubicación para los repuestos terminados, sin embargo, faltaba señalar adecuadamente los estantes y organizarlos ya que algunos de estos no se encontraban en el lugar correspondiente. Después de haber eliminado los elementos innecesarios, se procedió a ubicar los repuestos en los respectivos estantes señalizados por ciudad y por línea de acuerdo al proyecto.

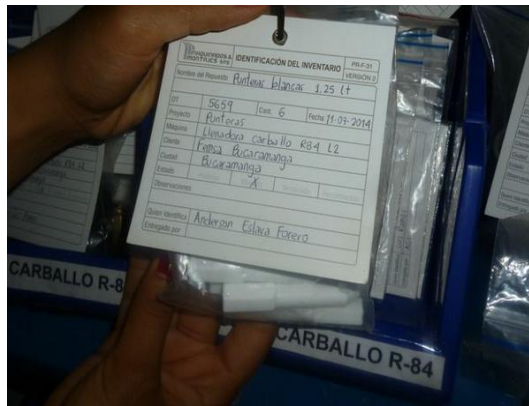
Los elementos no estaban inventariados, cuando se necesitaba una pieza, se empleaba demasiado tiempo tratando de encontrarla e incluso no se encontraba, debido a que no se tenía conocimiento de su ubicación o ni siquiera se sabía si la pieza existía o no dentro del almacén. Con la realización del inventario, cada repuesto se tiene identificado con una tarjeta e ingresado en el software con su descripción completa y su ubicación por estante, a partir de esto, se formuló el procedimiento para identificar las áreas y gestionar la ubicación de los repuestos terminados el cual se define a continuación:

1. Recibir las piezas terminadas provenientes del área de producción.
2. Marcar la pieza / repuesto terminado con la tarjeta de identificación.
3. Ingresar la pieza / repuesto identificado al módulo de inventario de equipos / partes terminadas del software de gestión.
4. Ubicación de la pieza / repuesto terminado en su estante correspondiente de acuerdo a la ciudad y a la línea a la cual pertenece.

En la figura 14 se puede observar mediante un ejemplo la mejora realizada con el procedimiento implementado. El ejemplo se realizó con unas punteras de la llenadora carballo R84 Línea 2 de la ciudad de Bucaramanga, se encuentran ubicadas en el estante 10, en la línea 2.

**Figura 14. Implementación del procedimiento para gestionar la ubicación de piezas y repuestos terminados**





Este procedimiento se encuentra definido, documentado e implementado de una manera general dentro del Procedimiento de Almacén.

Porcentaje de cumplimiento: 100%

#### ✓ **Manufactura 1.5**

**Descripción:** Las áreas para los inventarios de material en proceso están claramente identificadas en los almacenes y existe un sistema de organización visual.

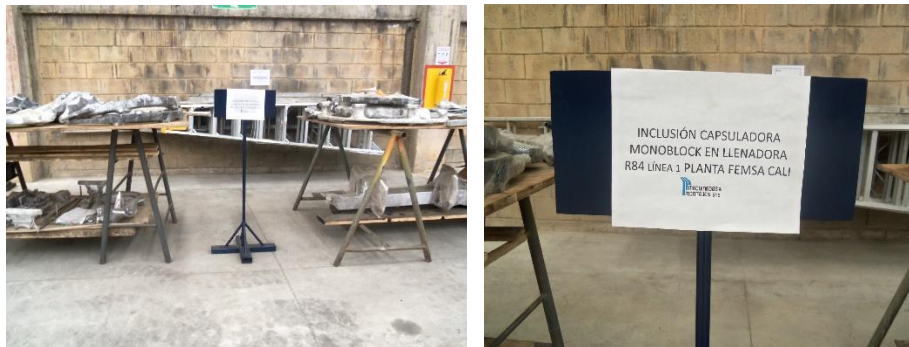
**Implementación:** El inventario en proceso consiste tanto en piezas en proceso como en piezas ya procesadas en espera de ser ensambladas con otras, este inventario se encuentra dentro de la planta en un lugar específico pero sin ninguna organización visual, por lo que es común que los operarios se confundan sobre el lugar en que se encuentran las piezas de determinado proyecto o ciudad o no sepan dónde encontrarlas.

Debido al desorden presentado, se vio la necesidad de implementar esta buena práctica para organizar las áreas para los inventarios de material en proceso, a continuación se muestra la mejora realizada.

**Figura 15. Inventario en proceso antes de implementar el sistema de organización visual**



**Figura 16. Sistema de organización visual para el inventario en proceso**



**Porcentaje de cumplimiento: 100%**

✓ **Manufactura 1.15**

**Descripción:** Las fallas ocasionadas por la falta de mantenimiento están identificadas y documentadas.

**Implementación:** Esta buena práctica durante la realización del diagnóstico ya se encontraba bastante desarrollada, ya que se cuenta con una carpeta que contiene las hojas de vida de las máquinas, donde se encuentra la documentación de las fallas ocasionadas por la falta de mantenimiento. Todas las fallas que han ocurrido ya se encuentran registradas.

Además de las solicitudes de mantenimiento correctivo, ahora se está tomando conciencia en la empresa de la importancia de cumplir con un programa de mantenimiento, y en las hojas de vida ya se ha empezado a evidenciar documentación de solicitudes de mantenimiento preventivo.

**Porcentaje de cumplimiento:** 100%

✓ **Manufactura 1.16**

**Descripción:** Existe un programa de mantenimiento definido para la organización, que interviene los equipos involucrados en los procesos productivos.

**Implementación:** Se empezó con el levantamiento de la información encontrada en los manuales de mantenimiento de las máquinas, en donde se encuentra de forma detallada las actividades a realizar a cada componente y la periodicidad con la que se debe hacer. Con estos datos se elaboraron cronogramas que muestran el componente, la actividad a realizar y la periodicidad de cada revisión.

Los cronogramas fueron realizados para las máquinas que hacen parte de la zona de mecanizado (centros de mecanizado, tornos cnc y tornos convencionales) ya que son los equipos críticos, los que más fallas han presentado y los que se utilizan en todo momento.

Debido a que un estudiante de Ingeniería Industrial no tiene conocimiento sobre el mantenimiento de las máquinas y solo se puede limitar a información contenida en los manuales de cada máquina, estos cronogramas elaborados fueron revisados junto con el Ingeniero Mecánico Alberto Balcarcel quien es el tutor del proyecto y con un estudiante de Ingeniería Mecánica de la UIS quien realizó un trabajo para una materia relacionado con el tema, en esta empresa.

Los cronogramas de mantenimiento se encuentran en el anexo H.

**Porcentaje de cumplimiento:** 100%

✓ **Manufactura 2.5**

**Descripción:** Existe un procedimiento documentado e implementado para planear y programar la producción.

**Implementación:** Para empezar con la implementación de esta buena práctica, se realizó un estudio de tiempos para piezas representativas que se trabajan con frecuencia, los tiempos se tomaron por dos métodos diferentes, para piezas con las mismas dimensiones se empleó el estudio de tiempos por cronómetro, mientras que para las piezas cuyas dimensiones varían se empleó la técnica de fórmulas y se definió el tamaño muestral a partir de la ley de los grandes números.

En la tabla 13 se observa la lista de las piezas clasificadas según la forma cómo se obtuvieron las mediciones de los tiempos.

**Tabla 13. Lista de piezas según técnica de medición empleada**

Estudio de Tiempos por cronómetro	Técnica de fórmulas
Postes (Soportes)	Esparragos
Separadores	Postes (Columnas de sujeción)
Bujes	Guías en uhmw
Punteras	Estrellas en uhmw
Ejes	Estrellas bipartidas en uhmw
Tornillos	Tornillo sinfín
	Suplementos

Para las mediciones por medio de tiempos por cronómetro se les realizó su respectiva valoración, se les asignó suplementos según la OIT (Organización Internacional del Trabajo) y se fijó un porcentaje de contingencias del 5%. Este porcentaje se asignó de la siguiente manera:

Se hizo referencia a sucesos esporádicos que ocasionan paros en la producción como es el caso de las paradas en las máquinas por falta de mantenimiento. Se tomó como base las tres últimas semanas del mes de julio durante las cuales se llevó a cabo la actividad “Estudio de tiempos productivos e improductivos por máquina” durante la cual se hizo un trabajo en planta durante 15 días con una intensidad de 7 horas diarias, teniendo en cuenta que son ocho máquinas en la zona de mecanizado, lo que equivale a 50400 minutos.

Durante ese tiempo se presentaron las tres últimas fallas que se documentaron en la tabla 3 cuando se realizó el diagnóstico, que pertenecen a 4 días perdidos en la máquina Hartford, 4 horas y 30 minutos en la Handyman y 3 horas y 30 minutos en la Milltronics, lo que equivale a 2460 minutos. Por lo tanto, se obtuvo la relación entre el tiempo que se perdió en estas paradas esporádicas y el tiempo total de observación a las máquinas durante esta actividad, lo que arrojó el siguiente resultado:

$$\% \text{ de contingencias: } x 100 = 4,88\% \approx 5\%$$

El proceso llevado a cabo para realizar las mediciones de tiempos a las piezas que varían en sus dimensiones por medio de fórmulas, es el siguiente:

1. Se registra la medida de la pieza dependiendo de la variable (longitud, diámetro, volumen de mecanizado...etc.) y el tiempo de mecanizado correspondiente a esa medida en segundos o minutos, dependiendo de lo extensa que sea la duración.
2. El tiempo registrado se divide en la medida total de la pieza para tener un tiempo por unidad de medida ( $d_i$ ).
3. Esas mediciones obtenidas se calculan de la siguiente manera:

$$t1 = d1$$

$$t2 = \frac{d1 + d2}{2}$$

$$t3 = \frac{d1 + d2 + d3}{3}$$

Donde:

d1: Relación entre el tiempo de mecanizado de la primera pieza registrada y su medida total dependiendo de la variable (longitud, diámetro, volumen de mecanizado...etc.).

d2: Relación entre el tiempo de mecanizado de la segunda pieza y su medida total.

d3: Relación entre el tiempo de mecanizado de la tercera pieza y su medida total.

t1: Corresponde al primer tiempo por unidad de medida registrado (d1).

t2: Corresponde al promedio entre el primer (d1) y el segundo (d2) tiempo por unidad de medida registrado.

t3: Corresponde al promedio entre el primer (d1), el segundo (d2) y el tercer (d3) tiempo por unidad de medida registrado.

Y así sucesivamente.

4. Las mediciones se continúan graficando de la misma forma hasta que la variación del valor de t es mínima, y es ahí donde se da por concluido el tiempo por unidad de medida definida para la pieza en estudio. A estas mediciones también se les asigna sus respectivos valores por suplementos y contingencias.

En el anexo I se observan las mediciones realizadas para todas las piezas seleccionadas. Este estudio realizado para piezas representativas, es útil para la generación de una base de datos de tiempos reales de procesamiento la cual se

debe continuar consolidando y que servirá como soporte para la programación de operaciones y la estimación de costos de mano de obra.

El procedimiento establece que el Jefe de Producción debe planear y programar la producción de acuerdo a la prioridad de los trabajos, se sugiere el uso de Microsoft Project para la planeación. A continuación se enuncia en qué consiste:

1. Una vez el jefe de producción recibe la información completa (planos), procede a realizar la programación de las órdenes de trabajo, de acuerdo a lo tratado en las reuniones técnicas, debe tener establecidas las prioridades de los trabajos. Para definir prioridades se tiene en cuenta la fecha de entrega y la importancia del cliente.
2. Definir la lista de tareas. Esto implica definir a partir de los planos entregados por el área de diseño los componentes principales, cada uno con sus respectivas piezas con el fin de mostrar todos los ensambles necesarios hasta lograr el componente final, así mismo, debe determinar la secuenciación de las mismas.
3. Asignar la duración estimada para cada trabajo y los recursos necesarios.
4. Al tener una planeación para cada orden, diariamente, se procede a realizar la ejecución de las actividades.

Este procedimiento se encuentra definido, documentado e implementado de una manera general dentro del Procedimiento de Producción.

El mejoramiento en la planeación y programación de la producción contribuye a la reducción de los siguientes tipos de desperdicios:

**Desperdicio del tiempo de espera:** Las siguientes acciones permiten la reducción del desperdicio de tiempo en la planta:

**Espera de programa en los centros de mecanizado:** El área de diseño debe tomarle ventaja al área de producción, el jefe de producción y los coordinadores deben estar pendientes de gestionar los planos que hagan falta para cumplir con el mecanizado de las piezas en el momento que tenga programado. De esta forma, los planos deben llegar al programador con anticipación para que él pueda tener listos los programas en el momento que los operarios de estas máquinas los necesiten.

**Espera de nueva orden:** Los trabajos deben dejarse asignados por orden de prioridad el día anterior en el formato de planeación por operario, de manera que cada operario tenga programados sus trabajos para toda la jornada laboral.

**Cambio de proyecto:** Se debe tener una política que respete el orden de llegada de los proyectos a la empresa, si se trata de un caso de extrema urgencia, se debe esperar a que el operario termine la operación que está realizando para que no tenga que desmontar la pieza perdiendo el alistamiento que ya había realizado.

**Desperdicio del inventario:** Una buena planeación de la producción también se encarga de la planeación de requerimientos de materiales, por tanto, el jefe de producción se debe encargar de revisar si los materiales requeridos se encuentran en el almacén y si el repuesto solicitado también se encuentra, así, puede evitar solicitar material o mandar a fabricar repuestos innecesariamente. También, si se trabajan las ordenes de acuerdo a un determinado orden y no se comprometen con varios clientes al tiempo, se reduce el inventario en proceso en la planta.

**Desperdicio del movimiento:** Una buena planeación evita los cambios de proyecto, de manera que se eliminan los desmontajes de las piezas y las pérdidas de alistamiento realizadas para trabajar en otra orden, además los coordinadores como ya tienen una programación diaria están pendientes del traslado del producto en proceso y de que banco tengan todas las piezas necesarias junto con los respectivos planos para realizar el ensamble. Todo esto, se traduce en una reducción de movimientos innecesarios.

**Desperdicio de los defectos en los productos:** Si no se trabaja bajo presión, los operarios tienen mayor cuidado al momento de mecanizar las piezas, lo cual reduce los defectos y reprocesos en los productos.

El jefe de producción ya ha empezado a cumplir este procedimiento, sin embargo, falta seguir mejorando en que todos los días sin falta se dejen asignados los trabajos de acuerdo a la prioridad en el formato de planeación por operario y en el seguimiento y control de las órdenes de trabajo para asegurar el cumplimiento de lo planeado.

**Porcentaje de cumplimiento:** 70%

#### ✓ **Manufactura 2.7**

**Descripción:** Los procesos productivos de la organización están conectados internamente por medio de reuniones periódicas con otros procesos de la organización.

**Implementación:** Debido a la falta de comunicación e integración entre los diferentes departamentos de la empresa, es que los procesos productivos no se encuentran conectados con otros procesos de la organización, siendo la razón principal de los retrasos en las entregas, por tal razón, se procedió a la implementación de esta buena práctica que es un complemento a la buena práctica Planeación 2.4, la cual sugiere una colaboración interna planeada.

Con el establecimiento de las reuniones técnicas semanales se da cumplimiento a estas dos buenas prácticas, a continuación se muestra los temas a tratar en las reuniones técnicas:

**Periodicidad:** 1 vez a la semana

**Duración:** 2 horas

**Involucrados:** Director Administrativo y Financiero, Director de Ingeniería y Producción, Coordinadora Administrativa, Jefe de Diseño e Ingeniería, Jefe de Producción, Coordinadora HSEQ.

Temas a tratar:

- Después de la primera reunión técnica, en las siguientes reuniones se debe realizar una retroalimentación de la anterior, verificar que los compromisos asignados se hayan cumplido.
- Realizar seguimiento a las órdenes de trabajo vigentes desde la más antigua hasta la más reciente, para conocer el porcentaje de avance de las mismas, tanto el área de diseño como el área de producción deben llevar una planeación de los proyectos y en las reuniones deben informar si se ha estado cumpliendo o no con lo planeado y las dificultades que se han presentado con el fin de tomar acciones correctivas.
- Gestionar los recursos necesarios para cumplir con las fechas de entrega pactadas. Diseño y producción mediante el seguimiento realizado a las órdenes, deben informar qué necesitan para poder cumplir y así, se asignan las tareas y compromisos a cada involucrado dependiendo de sus funciones.
- Tiempos estimados por parte de diseño y de producción para la ejecución de los nuevos proyectos a tratar.

La comunicación para dar aviso sobre las reuniones técnicas semanales es por medio de correo electrónico a todos los involucrados, en el anexo J se muestra el formato que se tiene para las actas de las reuniones.

**Porcentaje de cumplimiento:** 100%

✓ **Manufactura 2.13**

**Descripción:** Existen políticas que buscan minimizar los inventarios de productos terminados.

**Implementación:** Maquinados y Montajes SAS tiene un sistema de producción por proyectos, por lo tanto, fabrica para vender y no para mantener en stock, sin embargo, muchas veces se manda a fabricar más de las piezas solicitadas, lo cual ha llenado el almacén de repuestos que no se vuelven a utilizar o que quedan inservibles en caso de que el cliente realice cambios a su máquina.

Por este motivo, se vio la necesidad de implementar esta buena práctica, para lo cual se formularon las siguientes políticas para reducir el inventario de piezas y repuestos terminados:

### **POLÍTICAS PARA LA MINIMIZACIÓN DEL INVENTARIO DE REPUESTOS EN EL ALMACÉN**

- Cuando las ordenes de trabajo soliciten la fabricación de repuestos, se debe revisar en primer lugar el inventario de equipos / partes terminadas del software de gestión si estos se encuentran en el almacén.
- En caso de que el repuesto ya se encuentre fabricado en el almacén, se debe hacer su respectivo análisis de uso para determinar si puede servir para la orden de trabajo que lo solicita.
- Determinar en las reuniones técnicas si es necesario fabricar más piezas de las solicitadas en la orden de trabajo, tener en cuenta que si se a fabricar de más, debe ser un repuesto de fácil rotación.
- En el plan de acción para el producto no conforme, se debe establecer la revisión por parte del Director de Ingeniería y Producción para determinar si el material puede ser reutilizado en otro proyecto y así evitar que estos productos se encuentren en el almacén ocupando un espacio vital sin ser usados.

**Nota:** Por el sistema de fabricación de esta empresa se debe tener una política de cero inventarios, ya que puede pasar mucho tiempo sin dar uso a estos repuestos almacenados, la máquina del cliente se puede desactualizar y estos repuestos dejarían de servir.

La implementación de estas políticas contribuye a la reducción del siguiente desperdicio:

**Desperdicio de la sobreproducción:** Se reduce la cantidad de repuestos terminados en el almacén, dado que primero se revisa si el repuesto que el cliente solicita ya se encuentra fabricado en el almacén y en caso de que sirva, se ahorra

dinero y tiempo de procesamiento y a su vez, se contribuye a la disminución del inventario de producto terminado, de la misma forma, se tendrá en cuenta que si se va a fabricar para almacenar, el repuesto debe ser de fácil rotación, de lo contrario permanecerá en el almacén ocupando un espacio vital y sin ningún uso.

**Porcentaje de cumplimiento:** 100%

✓ **Aprovisionamiento 1.1**

**Descripción:** Existen políticas claramente definidas, documentadas e implementadas para la gestión y el control del inventario de materias primas.

**Implementación:** Junto con la Coordinadora HSEQ se formularon y se documentaron unas políticas para gestionar y controlar el inventario de materias primas, estas políticas se encuentran impresas en el almacén y están implementadas.

Estas políticas tratan temas como la identificación del producto en proceso y terminado, la recepción de retales, la verificación e identificación de las compras, la verificación de repuestos y materiales existentes para ser reutilizados en los proyectos actuales, la identificación de los despachos, la identificación de los productos químicos, la señalización de los estantes y el mantenimiento del inventario. La documentación de estas políticas se encuentra en el anexo K.

**Porcentaje de cumplimiento:** 100%

✓ **Aprovisionamiento 1.2**

**Descripción:** Los principales problemas relacionados con el control de los inventarios y el suministro de materias primas están identificados y documentados.

**Implementación:** Varios de los problemas que se presentaron durante la realización del diagnóstico relacionados con el control de inventarios y suministro de materias primas se han solucionado.

Estos problemas normalmente estaban relacionados con el desconocimiento de las existencias del almacén y sus respectivas ubicaciones, sin embargo, gracias al inventario del software de gestión se ha mejorado bastante en este aspecto, además, se ha mejorado la comunicación con el área de compras y demás áreas involucradas lo cual hace más eficiente el suministro de materias primas.

Sin embargo, todo proceso puede presentar inconvenientes en cualquier momento y debe estar sujeto a mejoras continuas, por tanto, se tiene un formato para tomar acciones correctivas y / o preventivas para atacar los problemas presentados. Este formato para documentar no conformidades, también registra la causa, solución inmediata, plan de acción y la eficacia de la acción tomada, con esto, no solo se documenta sino que también se dan soluciones concretas.

El formato que también servirá para documentar problemas relacionados con otros asuntos con el fin de minimizar la cantidad de formatos utilizados, se encuentra en el anexo L.

**Porcentaje de cumplimiento: 100%**

✓ **Aprovisionamiento 1.3**

**Descripción:** Las áreas para los inventarios de materias primas están claramente identificadas en los almacenes y existe un sistema de organización visual.

**Implementación:** Antes de la organización del almacén se tenía un espacio disponible para la ubicación de la materia prima, sin embargo, había bastante desorden, todos los materiales se encontraban en el techo del estante de las láminas como se puede observar en la figura 17 y no se podía diferenciar un material de otro. Así mismo, la perfilería (ejes de acero inoxidable 304, acero Sae 1045, acero Sae 1020, entre otros) se encontraba desorganizada dentro de la planta como se muestra en la figura 18.

**Figura 17. Ubicación de las materias primas antes de la organización del almacén**



**Figura 18. Ubicación de la perfilería antes de la organización del almacén**



Con la implementación de la estrategia de las 5 S's ahora se encuentran identificadas en los almacenes y existe un sistema de organización visual donde cada material se encuentra en su respectivo lugar como muestran la figura 19.

**Figura 19. Sistema de organización visual para las materias primas después de la organización del almacén**



Para la perfilería también se implementó un sistema de organización visual como se observa en la figura 20.

**Figura 20. Sistema de organización visual para la perfilería después de la organización del almacén**



**Porcentaje de cumplimiento:** 100%

✓ **Aprovisionamiento 1.4**

**Descripción:** Existe un procedimiento definido, documentado e implementado para gestionar la ubicación de materiales y repuestos en los almacenes, que

consideran el orden, la limpieza y la identificación del almacenamiento como factores principales.

**Implementación:** Debido a que no existía este procedimiento, se implementó como primera medida la estrategia de las 5 S's con la finalidad de organizar el almacén. Una vez se llevó a cabo esta actividad se procedió a dejar definido, documentado e implementado el procedimiento para gestionar la ubicación de materiales y repuestos en el almacén.

A continuación se presentan los resultados, en el anexo M se encuentran la lista de chequeo empleada junto con la evaluación después de la implementación de las mejoras correspondientes a la estrategia de las 5 S's y el diagrama de radar.

Implementación de la estrategia de las 5 S's en el almacén:

**Seiri (Clasificar):** Se realizó una actividad de organización en la cual junto con el Director de Ingeniería y Producción se clasificaron las piezas y repuestos terminados del almacén en elementos necesarios e innecesarios. Los elementos necesarios se organizaron posteriormente en estantes debidamente señalizados. Los elementos innecesarios fueron vendidos como reciclaje / chatarra.

**Figura 21. Separación de elementos innecesarios**



**Seiton (Organizar):** Para implementar un orden adecuado en el almacén, se procedió de la siguiente manera:

Los elementos se organizaron en estantes numerados. Para las piezas y repuestos terminados, la señalización se realizó de acuerdo a la ciudad y a la línea perteneciente y la materia prima fue organizada de acuerdo al tipo de material.

Durante esta organización, también se reubicaron los elementos que se encontraban en el piso, además el retal de plástico uhmw se organizó de acuerdo a su color (verde o negro) y a su espesor (3/4" o 1") ya que antes encontraban ocupando un espacio vital en el estante de las láminas generando desorden.

**Figura 22. Reubicación de elementos que se encontraban en el piso**

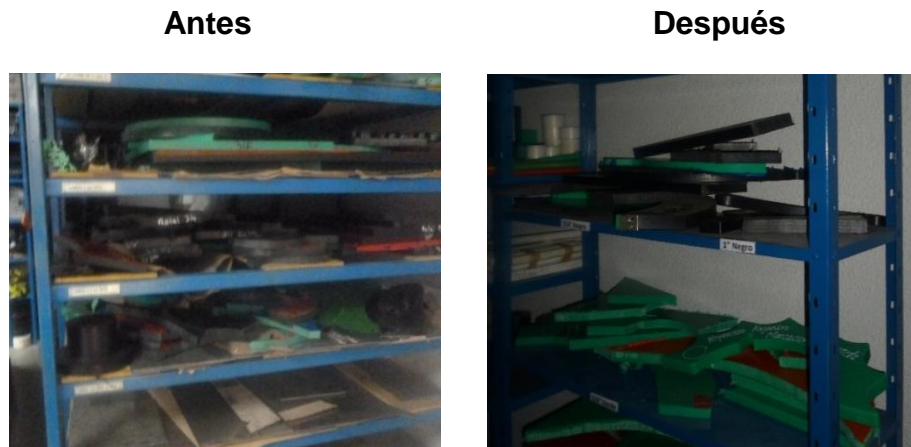
**Antes**



**Después**



**Figura 23. Organización del retal de plástico uhmw**



Después de que los estantes fueron limpiados y señalizados para la ubicación de materia prima y piezas terminadas se procedió con la identificación de los repuestos. Esas piezas fueron identificadas con una tarjeta denominada “Identificación de Repuestos, Muestras y Piezas Terminadas”.

Finalmente, cuando las existencias del almacén debidamente ubicadas y organizadas se realizó el inventario, con el fin de ingresarlo en el software de gestión adquirido por la empresa, y de esta manera tener un control de las existencias de materia prima, piezas y repuestos terminados, herramientas y elementos de protección personal (EPP’s).

**Seiso (Limpiar):** Para garantizar la limpieza del almacén, cada almacenista será responsable del orden y aseo de su puesto de trabajo en su jornada laboral. Semanalmente, se debe realizar aseo general en horas de bajo movimiento y dos veces en el mes, se programa la limpieza de las estanterías.

**Seiketsu (Bienestar):** Se formuló y documentó el procedimiento de almacén, donde se establece que los almacenistas son responsables de ubicar cada elemento en su estante correspondiente, cada existencia inventariada debe

encontrarse en la ubicación que el inventario del software de gestión señala, de esta forma, se garantiza que cada cosa permanezca en su lugar además se mejoró la señalización de manera que haya una adecuada organización visual.

De igual manera, con el software de gestión se mejoró la comunicación con los demás departamentos de la empresa, ya que por medio de éste se registran acciones como la llegada de los materiales, las piezas realizadas por terceros y la entrega del material a producción, con el fin de que todos puedan estar informados.

**Shitsuke (Autodisciplina):** Con la documentación del procedimiento de almacén se garantiza no solo el correcto ejercicio de las funciones de esta área de la organización, sino que también se busca que almacenista por iniciativa propia mantenga el orden del almacén a nivel general.

En la tabla 14 se puede observar el nivel de cumplimiento inicial y final que muestran la mejora en la implementación de la estrategia de las 5 S's.

**Tabla 14. Nivel de cumplimiento inicial y final de las 5 S's en el almacén.**

5 S's	Punt. Inicial	Punt. final	Punt. Máx.	Cumplimiento inicial	Cumplimiento final
SEIRI	13	22	25	52%	88%
SEITON	17	31	35	49%	89%
SEISO	13	18	25	52%	72%
SEIKETSU	13	19	25	52%	76%
SHITSUKE	23	31	35	66%	89%

Fuente: Lista de chequeo 5 S's

Con la implementación de las 5 S's en el almacén, también se realizó la documentación del proceso para la ubicación de materias primas, que se describe a continuación:

1. Cuando el proveedor trae la compra solicitada, cada elemento debe ser ubicado en su respectivo lugar. Si es un material para entregar a producción se ubica en el mueble de materiales para entregar marcados con la orden de trabajo a la cual pertenecen.
2. Si el material es de gran tamaño como una lámina o un eje se debe ubicar en su respectivo lugar marcado como reservado. Si el material es para dejar en stock o sobra de producción también se debe localizar de acuerdo al sistema de organización visual existente.
3. Todo material que quede en el almacén como stock debe ser ingresado al inventario de materiales del software de gestión.

Este procedimiento se encuentra definido, documentado e implementado de una manera general dentro del Procedimiento de Almacén.

**Porcentaje de cumplimiento:** 100%

#### ✓ **Aprovisionamiento 1.5**

**Descripción:** Existe un procedimiento definido, documentado e implementado para la entrada de materiales hacia los almacenes de materias primas.

**Implementación:** Se tenía una forma de llevar a cabo la entrada de materiales hacia el almacén, pero no un procedimiento documentado. El procedimiento a seguir para la entrada de materiales es el siguiente:

1. Comunicar al auxiliar de compras la llegada del pedido para su respectiva verificación.
2. Recibir la compra, colocar un sello al reverso de la factura o remisión que envía el proveedor y remitirla a contabilidad para su respectiva causación.

3. Anotar en la minuta el pedido que llegó con sus respectivas características, marcar en el software de gestión el producto como recibido en la orden de trabajo correspondiente e ingresarlo al inventario.

Este procedimiento se encuentra definido, documentado e implementado de una manera general dentro del Procedimiento de Almacén.

**Porcentaje de cumplimiento:** 100%

✓ **Aprovisionamiento 1.6**

**Descripción:** Existe un procedimiento definido, documentado e implementado para la salida de materiales desde los almacenes de materias primas.

**Implementación:** Se tenía una forma de llevar a cabo la salida de materiales desde el almacén, pero no un procedimiento documentado. El procedimiento a seguir para la salida de materiales es el siguiente:

1. Entregar el material al Jefe de Producción o Coordinador de Producción que lo solicite según lo especificado en el plano.
2. Enviar el listado del material entregado a producción para que ellos puedan cargar el material a la orden de trabajo correspondiente.
3. Cuando el material ya haya sido cargado a la orden de trabajo, se registra la entrega del material en el software de gestión.

Este procedimiento se encuentra definido, documentado e implementado de una manera general dentro del Procedimiento de Almacén.

**Porcentaje de cumplimiento:** 100%

✓ **Entregas 1.1**

**Descripción:** Existen procedimientos definidos, documentados e implementados para establecer las órdenes de los clientes, acordar las condiciones y los tiempos de entrega específicos para cada orden.

**Implementación:** Con el establecimiento de las reuniones técnicas semanales y el mejoramiento en la colaboración interna planeada, ahora se tienen lineamientos para establecer las órdenes de los clientes, acordar las condiciones y los tiempos de entrega específicos para cada orden.

El procedimiento a seguir para establecer una fecha de entrega es el siguiente:

1. El cliente se comunica con la empresa y especifica sus requerimientos. El Director Administrativo y Financiero analiza la información dada por el cliente.
2. Por razones de la capacidad instalada de la empresa, de que el cliente sea quien fije la fecha de entrega y ese tiempo no sea razonable para la complejidad del proyecto a realizar u otras causas semejantes, la organización puede decidir no tomar esa propuesta.
3. Si se decide asumir el proyecto, se realiza la cotización y se le presenta al cliente, quien tendrá un tiempo de decisión para evaluar su viabilidad y aceptar la propuesta por parte de la empresa.
4. En esa cotización, es precisamente donde se establecen las condiciones y el tiempo específico de entrega para esa orden, para lo cual se debe tener en cuenta todo lo hablado en las reuniones técnicas y documentado en las actas para tener un panorama sobre la cantidad de proyectos que están vigentes junto con sus tiempos de entrega y así tener una estimación más razonable en la fecha de entrega.
5. Si el cliente considera viable la propuesta de la empresa, se continúa con el proceso del proyecto y se formaliza con un contrato, orden de pedido o autorización por medio de un correo.

Este procedimiento se encuentra definido, documentado e implementado de una manera general dentro del Procedimiento Comercial.

Debido a que la buena práctica está recién implementada, falta concretar más los lineamientos establecidos con el fin de cumplir a cabalidad con el procedimiento comercial.

**Porcentaje de cumplimiento: 80%**

✓ **Entregas 1.8**

**Descripción:** Existen procedimientos definidos, documentados e implementados para establecer los tiempos de entrega de los productos y servicios de cada orden de los clientes.

**Implementación:** Como complemento a la buena práctica Entregas 1.1, se implementó un procedimiento comercial con la finalidad de evaluar el tiempo con que cuenta el área de ingeniería y el área de producción para la elaboración de un nuevo proyecto y no seguir pactando fechas de entrega con los clientes sin saber si cada departamento está o no en la capacidad de cumplir.

Al tratarse de fabricación por proyectos, no siempre es posible desde antes de la cotización tener una planeación de todo el proyecto incluyendo ingeniería y producción, ya que muchas veces dentro de la cotización está incluido el levantamiento dimensional, y solo después de ejecutar ese paso el área de Diseño puede realizar los planos que se requieren para la fabricación. Una vez el área de producción tenga esa información ya se puede saber la cantidad de piezas a fabricar, los materiales y los procesos necesarios.

Por esta razón, el procedimiento comercial está enfocado en realizar un seguimiento a las planeaciones realizadas tanto por el departamento de Diseño como por Producción. Cada área tiene establecido un nivel de complejidad dependiendo del tipo de proyecto (A, B, C o D) y dependiendo de ese nivel deben estimar un tiempo en que ven realizar la entrega, además de ese tiempo también deben considerar el tiempo destinado para terminar los proyectos vigentes.

La complejidad de los proyectos se define de la siguiente manera:

- A. Transcripción.
- B. Mejoramiento de proyecto de sistemas simples.
- C. Mejoramiento de varios sistemas con algún grado de complejidad.
- D. Proyecto de innovación.

Cuando ya se tiene toda la información para poner en marcha el proyecto, cada departamento realiza su respectiva planeación para dar fechas de entrega concretas.

El procedimiento a seguir para establecer los tiempos de entrega de las órdenes, consiste en:

1. Pactar una fecha de entrega en la cotización teniendo en cuenta los temas tratados en las reuniones técnicas, las órdenes de trabajo vigentes y la complejidad del proyecto a tratar.
2. Una vez se haya realizado el levantamiento de la información en las instalaciones del cliente, Diseño hace la planeación para la entrega de los planos, cuando producción recibe esos planos, planea toda la fabricación de la orden y hace seguimiento y control de la misma.
3. En las reuniones técnicas se realiza el seguimiento para revisar si en cada departamento se está cumpliendo con lo planeado, esto con el fin de tomar acciones correctivas que lleven al cumplimiento de la fecha pactada con el cliente para esa orden.

Este procedimiento se encuentra definido, documentado e implementado de una manera general dentro del Procedimiento Comercial.

Debido a que la buena práctica está recién implementada, falta concretar más los lineamientos establecidos con el fin de cumplir a cabalidad con el procedimiento comercial.

**Porcentaje de cumplimiento: 80%**

## ✓ Entregas 2.1

**Descripción:** Existen procedimientos definidos, documentados e implementados para obtener información sobre el estado de las órdenes de los clientes y hacer seguimiento de los tiempos de entrega, oportunidad en la entrega y el cumplimiento de las condiciones pactadas.

**Implementación:** Primeramente, el Jefe de Producción debe controlar que se esté ejecutando lo planeado. Debe realizar la programación diaria haciendo uso del formato de planeación por operario, con respecto a la planeación general que ya se tiene de las órdenes de trabajo.

Se sugiere el uso de Microsoft Project para realizar la planeación, seguimiento y control, se guarda una línea base con la planeación inicial y se van actualizando los cambios presentados en el archivo. Si se está alterando esa planeación, se deben tomar las acciones correctivas necesarias para cumplir con la fecha pactada. Cuando la orden esté culminada en su totalidad, se debe comparar los cambios presentados con respecto a la planeación inicial determinada por la línea base.

De igual manera el seguimiento de las órdenes no solo es realizado por el jefe de producción como se explicó anteriormente, el seguimiento también se realiza en conjunto con el departamento administrativo y con diseño e ingeniería por medio de las reuniones técnicas. El proceso que se lleva a cabo para realizar el seguimiento por medio de una colaboración interna es el siguiente:

1. Realizar el seguimiento a las órdenes de trabajo vigentes en las reuniones técnicas para conocer el estado actual de las mismas. Los departamentos de Diseño y Producción deben llevar una planeación de cada orden.
2. Se deben gestionar los recursos que sean necesarios para cumplir con la fecha de entrega pactada con el cliente.

3. Si hay ordenes que están retrasadas con respecto a lo planeado, se debe analizar las causas por las cuales se está generando el atraso y proponer soluciones concretas que permitan cumplirle al cliente.

Este procedimiento se encuentra definido, documentado e implementado de una manera general dentro del Procedimiento Comercial.

Debido a que la buena práctica está recién implementada, falta concretar más los lineamientos establecidos con el fin de cumplir a cabalidad con el seguimiento de las órdenes que se establece en los procedimientos de producción y comercial.

**Porcentaje de cumplimiento:** 80%

#### ✓ **Entregas 2.2**

**Descripción:** Existen procedimientos definidos, documentados e implementados de trabajo conjunto al interior de la organización para reducir los tiempos de entrega de los productos y servicios y optimizar el proceso de distribución.

**Implementación:** El proceso llevado a cabo al interior de la organización para reducir los tiempos de entrega comienza con las reuniones técnicas semanales, en las cuales además de llevar el seguimiento de las órdenes de trabajo vigentes también se proponen soluciones que permitan reducir los tiempos de entrega y así ofrecer un mejor servicio al cliente.

El procedimiento funciona de la siguiente manera:

1. Reunión técnica con los involucrados para realizar el seguimiento a las órdenes de trabajo.
2. Proponer soluciones que permitan el cumplimiento de las fechas de entrega pactadas con el cliente para cada orden.
3. Las soluciones propuestas deben ser tenidas en cuenta tanto para reducir los tiempos de entrega de los proyectos actuales como para realizar una mejor

gestión de los próximos proyectos. Cuando se analizan las causas que retrasan las órdenes se evitará cometer los mismos errores en el futuro y se presentan soluciones para mejorar cada vez más en este aspecto.

4. Toda propuesta de mejora dada con el fin de reducir los tiempos de entrega debe quedar debidamente documentadas en las actas para tener en cuenta para la ejecución de los siguientes proyectos.
5. Realizar encuestas a los clientes para evaluar su satisfacción con respecto a los productos y servicios ofrecidos y realizar seguimiento a sus quejas y reclamos con el objetivo de mejorar continuamente.

Este procedimiento se encuentra definido, documentado e implementado de una manera general dentro del Procedimiento Comercial.

Durante el desarrollo del proyecto se evidenciaron las causas de retraso en las entregas por parte de los tres departamentos: Administración, Diseño e Ingeniería y Producción, a partir de este análisis se propusieron alternativas de mejora para evitar que continúen los retrasos por estos motivos. Esto se realizó como un primer ejercicio de la implementación de esta buena práctica, en una reunión se dio a conocer los problemas de cada área y las soluciones, siendo éste, el comienzo de un trabajo conjunto al interior de la organización para lograr la reducción en los tiempos de entrega.

Los problemas fueron documentados en el diagnóstico presentado en el capítulo 6, donde fue tratada esta misma buena práctica antes de la implementación de las mejoras, en la tabla 15 se presentan las mejoras propuestas al respecto:

**Tabla 15. Soluciones propuestas por departamento para disminuir los retrasos en las entregas**

SOLUCIONES PARA LOS RETRASOS EN LAS ENTREGAS		
ADMINISTRACIÓN	DISEÑO	PRODUCCIÓN
Tener en cuenta además del tiempo estimado de fabricación para el nuevo proyecto, el tiempo en cola de los departamentos de Diseño y Producción.	Reemplazar los bosquejos a mano alzado mediante el uso de una tablet para realizar los bosquejos de una manera más precisa.	Generación de una base de datos con tiempos reales de procesamiento.
Establecer tanto para diseño como para producción un tiempo prudente de acuerdo si el proyecto tiene una complejidad A,B,C o D. Tener en cuenta también el tiempo de suministro de los materiales.	Revisión de los planos por parte de los coordinadores de producción con el fin de tener un filtro antes de que el plano llegue al operario.	Uso de Microsoft Project para realizar planeación, seguimiento y control de los proyectos de fabricación.
Realizar seguimiento y control de los proyectos para tener en cuenta que ordenes están en ejecución y el tiempo en el cual deben ser entregadas.	Establecer el uso de skype como canal de comunicación para que los diseñadores puedan mostrar mejor los diseños que estén elaborando al Dir. De ingeniería y producción cuando esté de viaje y así agilizar las autorizaciones para los planos.	Asignación de trabajos para cada máquina con un día de anticipación mediante el formato de planificación por máquina, de manera que se garanticen tareas diariamente.
En las reuniones técnicas diseño y producción deben dar sus tiempos estimados para trabajar la orden dependiendo de la complejidad del proyecto.	Comunicación entre diseño y producción. Producción debe llevar una planeación y debe avisar con tiempo a diseño si no tienen aún los planos y así evitar que se altere su planeación y los tiempos muertos en planta por falta de orden.	Cumplimiento del procedimiento para planear y programar la producción, con el fin de evitar tiempos improductivos durante la jornada laboral.

Debido a que la buena práctica está recién implementada, falta concretar más los lineamientos establecidos con el fin de cumplir a cabalidad con el procedimiento establecido para la reducción de los tiempos de entrega y la optimización del proceso de distribución.

**Porcentaje de cumplimiento: 80%**

## 7.2 DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA ESTIMAR FECHAS DE ENTREGA Y COSTOS POR MANO DE OBRA


El desarrollo de esta herramienta se llevó a cabo en Microsoft Excel, sin embargo, al tratarse de una empresa que fabrica por proyectos de acuerdo a las especificaciones del cliente, se estableció que la mejor manera para planear y programar su producción es haciendo uso de la programación por redes, para lo cual se requirió implementar el uso de Microsoft Project. La herramienta de Excel servirá de apoyo para proporcionar la información necesaria que requiere Project para realizar la planeación del proyecto de fabricación.

La parte de la herramienta que se encuentra desarrollada en Excel se compone de las siguientes partes:

**Formato de tiempos para cotización:** Debido que el sistema de fabricación de Maquinados y Montajes SAS es por proyectos, el departamento de producción depende del departamento de Diseño e Ingeniería y muchas veces al momento de la cotización no se ha realizado el levantamiento de la información en las instalaciones del cliente debido a que este en un costo que se incluye en la cotización, por lo que en ese instante Diseño puede fijar un tiempo de acuerdo a la complejidad del proyecto (A, B, C o D). Por su parte, producción solo puede llevar una planeación exacta hasta que reciba los planos de Diseño, por tanto, inicialmente debe dar un estimado de tiempo de acuerdo a la magnitud del proyecto.

Estos estimados de acuerdo a la complejidad del proyecto, serán una herramienta para el Director Financiero quien debe pactar las fechas de entrega, con el fin de que tenga en cuenta estos tiempos que requieren tanto Diseño como Producción y así fijar fechas más razonables con los clientes.

**Figura 24. Formato de tiempos para cotización**

Tiempo en cola Diseño																				
Tiempo en cola Producción																				
		MAQUINADOS Y MONTAJES SAS FORMATO DE RECOLECCION DE TIEMPOS PARA COTIZACION																		
Pedido	CLIENTE	TIPO DE PROYECTO				TIEMPO ESTIMADO DISEÑO		TIEMPO ESTIMADO PRODUCCIÓN		TIEMPO ENTREGA										
		A	B	C	D	Tiempo del nuevo proyecto	Tiempo estimado de entrega de los planos	Tiempo del nuevo proyecto	Tiempo estimado de entrega de las piezas a fabricar											

**Base de datos de tiempos reales de procesamiento:** Este formato recoge los tiempos de fabricación de las órdenes de trabajo a un nivel de detalle mayor. Se inicia con las mediciones ya realizadas por medio del estudio de tiempos, sin embargo, dado que estas piezas son las que se fabrican con más frecuencia, este estudio no cubre la totalidad de las piezas existentes, además al ser una empresa que fabrica por proyectos perfectamente puede asumir nuevos proyectos que incluyan nuevas piezas. Por lo tanto, se diseñó este formato con el objetivo de continuar recolectando las mediciones de tiempos para las piezas que se van fabricando y así tener mejores estimaciones cuando se tengan que volver a programar.

Este formato recolecta los tiempos de cada pieza por las diferentes máquinas que pasa y registra tanto el tiempo de mecanizado como el costo en que incurre cada pieza por concepto de mano de obra.




**Figura 26. Asignación de la capacidad disponible en Project**

Factores	Máquinas							
	Handyman	Hartford	Milltronics	Torno doosan	Torno romi	Torno 1500	Torno 1000	Torno gris
Tiempo de alistamiento								
Tiempo en almacén								
Interpretación planos								
Inspección pre-operacional maquinaria								
Aseo lugar de trabajo								
<b>Capacidad disponible (minutos)</b>	495	495	480	930	930	495	495	495
<b>Capacidad real (minutos)</b>	495	495	480	930	930	495	495	495
<b>Capacidad real (%)</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

**Formato para el control diario:** Este formato que se usa para programar diariamente la producción, se encarga de asegurar que cada operario tenga asignados sus trabajos en el orden en el cual deben ser ejecutados para cada jornada laboral.

**Figura 27. Formato de planeación por operario**

		MAQUINADOS Y MONTAJES SAS							Codigo	
		PLANEACIÓN POR OPERARIO							PR-F-09	
PLANEACION:										
PIEZA	OT	CANT.	OPERARIO	FECHA INICIO	TIEMPO ESTIMADO	MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	FECHA TERMINADO	TIEMPO REAL	

Fuente: Maquinados y Montajes SAS – Departamento de Producción

**7.2.1 Uso de la herramienta de Microsoft Project.** Para la planeación y programación de la producción, se propuso el uso de esta herramienta debido a su idoneidad para para este tipo de empresas que fabrican por proyectos de acuerdo a las especificaciones del cliente. Los datos requeridos por este programa son

proporcionados por cada una de las partes que conforma la herramienta diseñada en Microsoft Excel. El procedimiento llevado a cabo es el siguiente:

**7.2.1.1 Definición y secuenciación de las actividades:** Se empieza definiendo la lista de tareas, la cual describe todo el trabajo necesario para realizar el proyecto con éxito y se ordenan de acuerdo a la secuencia que se debe llevar.

**7.2.1.2 Estimación de la duración:** Hacer uso de la base de datos de tiempos reales de procesamiento de la herramienta para estimar las duraciones. Si se trata de proyectos nuevos, realizar la estimación inicial en base al tiempo en el que el operario se comprometa a entregar la tarea y poner en consideración en las reuniones técnicas con el Director Administrativo y Financiero y el Director de Ingeniería y Producción, sin embargo, una vez recolectado el procedimiento, se deben recolectar también los datos de los tiempos empleados para las futuras estimaciones.

**7.2.1.3 Asignación de los recursos:** Los recursos son la maquinaria con la que se cuenta para el mecanizado de las piezas y la zona de banco que es donde se ensamblan. A estos recursos se le asigna la capacidad como ya se explicó anteriormente en la figura 26, además se le puede asignar los costos de cada recurso lo que permite además de hacer una planeación en cuanto a tiempo, poder realizar una planeación en cuanto a costos.

**7.2.1.4 Gestión de varios proyectos:** Debido a que se puede estar trabajando más de una orden a la vez, las cuales comparten los mismos recursos, se debe hacer una gestión para varios proyectos. En el anexo N se encuentra la explicación de este procedimiento.

**7.2.1.5 Seguimiento y control del proyecto:** Para realizar esta actividad se guarda una línea base con la planeación inicial, con el fin de hacer seguimiento y control durante la ejecución del proyecto. Al utilizarse una programación por redes, el resultado es una comparación durante la ejecución del mismo. La línea base es como una imagen estática de los datos inicial, cualquier cambio que se haga está fuera de la planeación inicial y se ve reflejado en el diagrama de Gantt de seguimiento.

## **8. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS**

La evaluación de resultados se realizó mediante dos partes: la primera consiste en el diseño de un sistema de indicadores que permitió evaluar el cumplimiento de las buenas prácticas implementadas al finalizar este proyecto y la segunda en la medición de cuatro indicadores que permiten atacar problemas que se presentan a diario y que la mejora de sus mediciones depende del cumplimiento de algunas buenas prácticas que se implementaron.

### **8.1 MEDICIÓN DE INDICADORES EN BASE A LAS BUENAS PRÁCTICAS IMPLEMENTADAS**

Se tuvieron en cuenta buenas prácticas de los niveles inferiores (1 y 2), las cuales fueron implementadas, se evidencia que el cumplimiento en las mismas aumentó, algunas alcanzaron el 100%, otras debido a que requieren mayor trabajo para su implementación no alcanzaron un cumplimiento total pero sí mejoraron notablemente con respecto a su evaluación inicial. De igual forma, aquellas que tienen un cumplimiento parcial están implementadas y solo necesitan consolidarse más en el corto plazo a través del trabajo conjunto al interior de la organización, de manera que se eleve su porcentaje de cumplimiento.

Estas buenas prácticas fueron seleccionadas por ser más acordes al plan de mejoramiento implementado, sin embargo, a la empresa se le dejó el diagnóstico de todo el modelo de madurez incluyendo los cuatro niveles, para que las sigan implementando con el fin de que continúen mejorando.

En la tabla 16 se observa que el nivel de madurez de la empresa aumentó en base al cumplimiento de estas buenas prácticas.

En el numeral 7.1 se pudo observar la implementación de cada buena práctica y la justificación del porcentaje de cumplimiento final asignado.

**Tabla 16. Porcentaje de cumplimiento de las buenas prácticas antes de la implementación de las mejoras**

Buena práctica	Porcentaje de cumplimiento inicial	Porcentaje de cumplimiento final
Planeación 1.1	30%	80%
Planeación 1.6	20%	80%
Planeación 2.4	0%	80%
Planeación 2.10	0%	70%
Manufactura 1.1	0%	60%
Manufactura 1.2	0%	80%
Manufactura 1.3	0%	80%
Manufactura 1.4	40%	100%
Manufactura 1.5	50%	100%
Manufactura 1.15	70%	100%
Manufactura 1.16	0%	100%
Manufactura 2.5	0%	70%
Manufactura 2.7	30%	100%
Manufactura 2.13	0%	100%
Aprovisionamiento 1.1	60%	100%
Aprovisionamiento 1.2	0%	100%
Aprovisionamiento 1.3	50%	100%
Aprovisionamiento 1.4	0%	100%
Aprovisionamiento 1.5	50%	100%
Aprovisionamiento 1.6	50%	100%
Entregas 1.1	0%	80%
Entregas 1.8	0%	80%
Entregas 2.1	0%	80%
Entregas 2.2	0%	80%

## 8.2 INDICADORES DE MEDICIÓN

Las buenas prácticas implementadas tienen como propósito mejorar los procesos productivos de la empresa y la planeación y programación de los proyectos de fabricación analizando cuatro procesos claves (planeación, manufactura, aprovisionamiento y entregas) con el fin de contribuir al mejoramiento de la comunicación e integración de los departamentos y a la reducción de los tiempos de entrega.

Sin embargo, para el logro de estas grandes mejoras también se requiere fortalecer algunos aspectos medibles en el día a día que suceden en el área de producción y que contribuyen a lograr el cumplimiento en las entregas de los proyectos.

Es por esto, que se midieron cuatro indicadores para evaluar estos aspectos los cuales también son el resultado de varias de las buenas prácticas implementadas. Estos indicadores fueron medidos durante las cuatro semanas de Diciembre, el último mes de esta práctica, la ficha técnica de estos indicadores se presenta en el anexo O. A continuación se muestra las mediciones realizadas y su respectivo análisis.

/\*

**8.2.1 Indicador de cumplimiento.** Este indicador muestra el cumplimiento del departamento de producción en cada semana, muestra la cantidad de trabajos realizados por los operarios teniendo en cuenta la cantidad de trabajos (planos) que fueron entregados por el departamento de Diseño, y que los coordinadores de producción van programando para la semana.

**Tabla 17. Cumplimiento del Departamento de Producción**

SEMANA	# TRABAJOS REALIZADOS	# TRABAJOS PROGRAMADOS	CUMPLIMIENTO
1	40	83	48,19%
2	28	62	45,16%
3	32	59	54,23%
4	41	72	56,9%

Análisis: El resultado de esta indicador aún es bajo debido a que al departamento de Producción le falta seguir mejorando la programación de la producción, el seguimiento y control de lo planeado y la reducción de los tiempos ociosos en la planta, sin embargo, durante el transcurso del mes se ha ido progresando, solo hubo una decadencia en la segunda semana y si se mejora continuamente en los aspectos anteriormente mencionados, el resultado seguirá aumentando.

**8.2.2 Indicador de variación de la programación.** En la programación de la producción se asignan los trabajos (piezas) a los operarios y se estima un tiempo en el cual ellos deben entregar esas tareas, por tanto, este indicador mide la variación que hubo entre el tiempo que se estimó para realizar los trabajos entregados por los operarios en la semana y el tiempo que realmente se empleó.

**Tabla 18. Variación de la programación**

SEMANA	TIEMPO PROGRAMADO	TIEMPO EMPLEADO	VARIACIÓN
1	215,36 horas	263,36 horas	22,28%
2	219,59 horas	263,39 horas	19,94%
3	259,69 horas	312,69 horas	20,4%
4	158,33 horas	180,57 horas	14,05%

Análisis: Durante el transcurso del mes se ha ido mejorando en la estimación de los tiempos para la fabricación de las piezas, lográndose un buen resultado en la última semana con respecto a las tres primeras. Se recomienda a la empresa continuar la consolidación de la base de datos de tiempos reales de procesamiento para tener un mayor conocimiento acerca del tiempo para la manufactura de las piezas y mejorar así, la estimación de los tiempos.

**8.2.3 Indicador del porcentaje de utilización de las máquinas.** Con este indicador se busca medir el tiempo productivo de cada máquina con respecto al tiempo total que se tiene para la utilización de las mismas.

**Tabla 19. Porcentaje de utilización de las máquinas**

SEMANA	TIEMPO PRODUCTIVO	TIEMPO DISPONIBLE	UTILIZACIÓN
1	263,36 horas	414 horas	63,61%
2	263,39 horas	366 horas	71,96%
3	312,69 horas	414 horas	75,53%
4	180,57 horas	238 horas	75,86%

Análisis: Durante el transcurso del mes se ha ido mejorando en la reducción de tiempos ociosos en planta como lo son la espera de nueva orden, de programa en los centros de mecanizado, entre otros, que se mencionaron en capítulos anteriores, con el fin de aumentar el porcentaje de utilización de las máquinas.

El tiempo productivo se obtuvo sumando todo el tiempo que emplearon los operarios de todos los centros de trabajo en el alistamiento de las máquinas y procesamiento de las piezas y dividiéndolo en el total de horas disponibles en cada semana. La disponibilidad de las máquinas varió debido a que el 8 de diciembre solo trabajaron tres máquinas, el 24 y 25 de diciembre nadie trabajó y 2 operarios salieron de vacaciones el 20 de diciembre.

**8.2.4 Indicador del cumplimiento del programa de mantenimiento.** Con este indicador se busca comprobar que efectivamente los cronogramas diseñados estén funcionando, y que se estén ejecutando los mantenimientos preventivos que se tienen programados, esto con el fin de reducir las paradas en las máquinas por falta de mantenimiento.

**Tabla 20. Cumplimiento del programa de mantenimiento**

SEMANA	# MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS	# MANTENIMIENTOS EJECUTADOS	CUMPLIMIENTO
1	32	44	72,72%
2	28	38	73,68%
3	26	35	74,28%
4	43	57	75,44%

Análisis: El programa de mantenimiento se ha venido implementando en la empresa con el fin de revisar periódicamente las máquinas y evitar las paradas que ocasionan pérdidas de tiempo en la planta. Durante el mes se observó un cumplimiento constante del programa, aunque se obtuvo un alto resultado se recomienda a la empresa continuar ejecutando los mantenimientos establecidos en el cronograma para lograr un resultado mayor.

### **8.3 CAPACITACIÓN AL PERSONAL SOBRE EL MEJORAMIENTO CONTINUO**

Se realizó una socialización del trabajo realizado en la empresa donde se explicó en qué consiste el modelo de madurez aplicado y la importancia del mejoramiento continuo en la empresa. Al tratarse de la socialización de un proyecto trabajo en base a un modelo de madurez y al cumplimiento de unas buenas prácticas, la capacitación estuvo dirigida principalmente a los directivos de los departamentos

de la empresa, que son: Director Administrativo, Jefe de Ingeniería, Jefe de Producción y Coordinadora HSEQ.

## 9. CONCLUSIONES

- El diagnóstico por medio del modelo de madurez permitió identificar falencias en los procesos de planeación, manufactura, aprovisionamiento y entregas al cliente, los cuales influyen en los procesos productivos de la organización y así, se pudo establecer una ruta de mejoramiento.
- La mala comunicación dentro de la organización, ha ocasionado muchos problemas, por lo tanto, una interrelación entre los diferentes procesos de la empresa logrando una colaboración interna planeada, permite un mejor funcionamiento de los procesos y facilita el logro de los objetivos propuestos.
- La evaluación periódica de indicadores en una organización es muy importante para detectar falencias, identificar oportunidades de mejoramiento y tomar decisiones. Esta empresa había suspendido desde octubre de 2013 la medición de indicadores, sin embargo, se ha empezado a retomar la medición, lo que permite analizar los resultados y mejorar continuamente.
- Implementar la estandarización en empresas que fabrican gran variedad de piezas de acuerdo a especificaciones del cliente es muy complejo, sin embargo, se pueden establecer parámetros de acuerdo a las herramientas utilizadas y al material, que permitan un mejor manejo de las herramientas y una reducción en los tiempos de procesamiento.
- Contar con un programa de mantenimiento preventivo en la empresa permite realizar inspecciones periódicas a las máquinas para prevenir fallas y así, maximizar la disponibilidad de los equipos en operación.

- La organización del almacén trajo mejoras como la eliminación de elementos innecesarios, la señalización de estantes y mejoramiento de la ubicación de materiales y repuestos terminados y la realización del inventario, lo cual ha permitido brindar apoyo en la solicitud de materiales y buscar con gran facilidad cualquier elemento que se encuentre en el almacén.
- Para empresas que fabrican por proyectos, se requiere que haya una planeación y programación de cada orden de trabajo y ejercer un control diariamente, que permita asegurar que la ejecución de las actividades esté de acuerdo con lo planeado.
- Contar con un procedimiento establecido para establecer las órdenes de los clientes, acordar las condiciones y los tiempos de entrega, permite que la organización pueda tener un panorama más claro sobre los proyectos que se encuentran en ejecución y así, poder pactar fechas de entrega más razonables.
- Las reuniones técnicas permiten hacer seguimiento de cada orden de trabajo para conocer si se está cumpliendo con lo planeado, tomar acciones correctivas y gestionar los recursos que sean necesarios para cumplir las fechas pactadas, esto permite a su vez, un trabajo en conjunto de la organización para reducir los tiempos de entrega y mejorar el servicio al cliente.

## 10. RECOMENDACIONES

- Realizar seguimiento a las mejoras implementadas de manera que estas no queden realizadas únicamente durante el desarrollo de este proyecto, sino que continúen funcionando de manera que a lo largo del tiempo se sigan obteniendo beneficios.
- Para este trabajo, se implementaron las buenas prácticas que además de tener una calificación de 0 o 1 en el diagnóstico inicial y pertenecer a los niveles 1 o 2, fueron las que tuvieron mayor relación con el plan de mejoramiento implementado, por tanto, se recomienda que se analicen e implementen las demás buenas prácticas de los niveles inferiores, con esto, se llevaría a la organización a superar sus barreras internas en todos los aspectos.
- Analizar e implementar buenas prácticas de los niveles superiores (3 y 4) del modelo de madurez aplicado, una vez se encuentren fortalecidos los niveles inferiores, esto permitirá a la empresa extender su coordinación y gestión a través de sus barreras e involucrar a los demás actores de la cadena de suministro (proveedores y clientes) consolidando un proceso de colaboración.
- Asegurar el cumplimiento de los procedimientos de acuerdo a como fueron documentados, lo cual permite a su vez que se continúen cumpliendo las buenas prácticas que fueron implementadas por medio de estos procedimientos establecidos.

- Continuar con el mejoramiento continuo de la comunicación y de la colaboración interna planeada, muchos de los problemas que se encontraron en el diagnóstico, se debían precisamente a la falta de integración entre los diferentes departamentos de la organización.
- Se debe continuar registrando los tiempos de las diferentes piezas que se vayan fabricando, para consolidar la base de datos de tiempos reales de procesamiento y así, pueda continuar sirviendo de soporte para la programación de la producción y la estimación de costos por mano de obra.

## BIBLIOGRAFÍA

CHAPMAN, Stephen N. Planificación y control de la producción. México. Prentice Hall, 2006.

CHASE, Richard B., JACOBS, F. Robert y AQUILANO, Nicholas J. Administración de operaciones. Producción y Cadena de Suministros. 12 ed. México. MC Graw-Hill.

DÍAZ JAIMES, María del Pilar. Modelo de madurez para evaluar pequeñas y medianas empresas manufactureras en Bucaramanga y su área metropolitana con el enfoque de gestión de la cadena de suministro. Trabajo de investigación Magíster en Ingeniería Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2014.

EVANS Michael J., ROSENTHAL Jeffrey S. Probabilidad y estadística. La ciencia de la incertidumbre. Barcelona. Reverté, S.A., 2005.

GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos y Estudio del Trabajo. 2 ed. México. MC Graw-Hill.

GROVER, Mikel P. Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. México. McGraw-Hill.

HARRINGTON, H. James. Mejoramiento de los procesos de la empresa. Santafé de Bogotá. MC Graw-Hill.

ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Análisis y Mejoramiento de los Procesos de la Empresa. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 1999.

PÉREZ MERGAREJO, Elizabeth; VERGARA PÉREZ, Ileana y RODRÍGUEZ RUIZ, Yordán. Modelos de madurez y su idoneidad para aplicar en pequeñas y medianas empresas. Ingeniería Industrial. [En línea]. Mayo – Agosto, 2014, Vol. XXXV No.2, p. 146-158. Disponible en: <http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/651/563>

RIGGS, James L. Sistemas de Producción. Planeación, Análisis y Control. 3 ed. México. Limusa Wiley, 2008.

## **ANEXOS**

[NOTA: SOLICITAR ANEXOS EN SALA BASE DE DATOS BIBLIOTECA UIS]