

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA  
LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA PRODEHOGAR LTDA.

GABRIEL DAVID BETANCOURT BASALLO  
MIGUEL FELIPE TREBILCOCK CASTILLO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ D.C  
2.018

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA  
LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA PRODEHOGAR LTDA.

GABRIEL DAVID BETANCOURT BASALLO  
MIGUEL FELIPE TREBILCOCK CASTILLO

Proyecto integral de grado para optar el título de  
INGENIERO MECÁNICO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ D.C  
2.018

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado  
Ing. Gabriel H. Rivera R.

---

Jurado 1  
Ing. Carlos Mendoza

---

Jurado 2  
Ing. Álvaro Romero Suárez

Bogotá D.C. Agosto de 2.018

## DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Decano Facultad de Ingenierías

Ing. Julio Cesar Fuentes Arismendi

Director Programa Ingeniería Mecánica

Ing. Carlos Mauricio Veloza Villamil

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Es responsabilidad de los autores.

No es solo un proyecto, es el proceso de todo un esfuerzo y dedicación por parte principal de mis padres para salir adelante, tener mejores oportunidades y formarme como un orgullo de ellos, tanto en valores humanos como en valores profesionales. Por esto quiero dedicarlo principalmente a mis padres quienes siempre estuvieron conmigo y a mi compañero, dupla y fórmula para finalizar este proyecto que resume todo este camino como ingenieros mecánicos.

Miguel Felipe Trebilcock Castillo

Este proyecto se lo dedico a todas aquellas personas que de una u otra forma han aportado en mi formación como persona. Principalmente a mis padres Jesús Eduardo Betancourt López y Sandra Patricia Basallo Franco, por haberme dado la oportunidad de tener una carrera profesional y siempre darme su apoyo por medio de la formación que me han dado, a mi compañero con quién logramos llevar a cabo este proyecto. Finalmente, a Dios quien me guío por medio de todo este proceso con la sabiduría y comprensión necesaria.

Gabriel David Betancourt Basallo

Agradecemos a la Ingeniera Carolina Fonseca y a la gerente comercial Claudia López de la empresa Prodehogar Ltda, por brindarnos la oportunidad y aceptar el desarrollo y seguimiento de nuestro proyecto durante prácticamente 18 meses y así mismo poder contar con toda la información necesaria brindada por la empresa.

Finalmente queremos agradecer de igual forma a nuestro Orientador Gabriel Rivera Rodríguez, quien nos guio en este camino con sus conocimientos y experiencias para lograr obtener un proyecto completo que cumpla todas las expectativas planteadas.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. GENERALIDADES	20
1.1 PRESENTACIÓN	20
1.2 ORGANIGRAMA	21
1.3 PROCESO DE COMPRAS DE MATERIA PRIMA E INSUMOS	23
1.4 DESCRIPCIÓN DE PROCESO OPERATIVO	24
1.4.1 Procesos de manufactura	25
1.4.1.1 Costura	26
1.4.1.2 Maderas	26
1.4.1.3 Inyección	28
1.4.1.4 Ensamble	29
1.4.1.5 Pintura	29
1.4.1.6 Metalmecánica	30
1.5 HISTÓRICO DE MANTENIMIENTO	30
2. CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	32
2.1 LÍNEA METALMECÁNICA	33
2.2 LÍNEA PINTURA	35
2.3 LÍNEA DE ENSAMBLE	35
2.4 LÍNEA DE COSTURA	37
2.5 LÍNEA DE MADERA	37
2.6 LÍNEA DE INYECCIÓN	38
2.7 EQUIPOS DE TALLER	39
2.8 EQUIPOS DE BODEGA	39
2.9 EQUIPOS DE PLANTA	39
3. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	40
3.1 SISTEMA DOCUMENTAL DEL MANTENIMIENTO	40
3.1.1 Ficha técnica	41
3.1.2 Hoja de vida	43
3.1.3 Instructivo de mantenimiento	44
3.1.4 Tablero tareas de mantenimiento	44
3.1.5 Seguimiento tareas de mantenimiento	46
3.1.6 Orden de trabajo	47
3.2 ELABORACIÓN PLAN DE MANTENIMIENTO SISTEMÁTICO	49
3.3 APLICATIVO PLAN DE MANTENIMIENTO	52
3.3.1 Documentación	52
3.3.2 Control	53
3.3.3 Seguimiento de Equipos	55
3.4 CRONOGRAMA TAREAS DE MANTENIMIENTO	55



3.5 CAPACITACIONES	56
3.6 EXPERIENCIA Y EVALUACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN	56
4. SELECCIÓN DE ÁREAS CRÍTICAS	60
5. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS	63
5.1 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS	63
5.1.1 Modelo de criticidad semicuantitativo “CTR”	63
5.1.1.1 Frecuencia de falla	64
5.1.1.2 Impacto operacional	64
5.1.1.3 Flexibilidad operacional	65
5.1.1.4 Costos de mantenimiento	65
5.1.1.5 Impacto de seguridad, ambiente e higiene	66
5.1.1.6 Matriz de criticidad semicuantitativo “CTR”	66
5.1.2 Modelo de criticidad semicuantitativo “MCR”	67
5.1.2.1 Impacto seguridad y medio ambiente (SHA)	68
5.1.2.2 Impacto en producción (IP)	68
5.1.2.3 Impacto por baja mantenibilidad (BM)	68
5.1.2.4 Impacto en costos de mantenimiento (CM)	69
5.1.2.5 Matriz de criticidad – Modelo “MCR”	69
5.2 CONSTRUCCIÓN MATRIZ DE CRITICIDAD	70
5.3 SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL ANÁLISIS DE FALLA	75
5.3.1 Descripción de equipos críticos	76
6. INDICADORES DE GESTIÓN	80
6.1 INDICADORES	80
6.1.1 Confiabilidad	80
6.1.2 Disponibilidad	81
6.1.3 Mantenibilidad	81
6.2 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE GESTIÓN	81
6.2.1 Cálculos generales	82
6.2.2 Tendencias de los indicadores	84
7. ANÁLISIS DE FALLA	87
7.1 MATRIZ ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA “AMEF”	88
8. IMPACTO AMBIENTAL	93
8.1 CONTROL AMBIENTAL DE ÁREAS EVALUADAS	94
8.1.2 Identificación de aspectos e impactos ambientales	94
8.1.3 Evaluación impacto ambiental	95
8.1.3.1 Criterio legal	95
8.1.3.2 Criterio impacto ambiental	95
8.1.3.3 Criterio partes interesadas	96
8.1.3.4 Cálculo general	97
8.1.3.5 Nivel de significación	97

8.1.4 Matriz general de aspectos e impactos ambientales	97
8.2 MANEJO DE RESIDUOS CONTAMINANTES	99
9. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO	100
10. CONCLUSIONES	105
11. RECOMENDACIONES	106
BIBLIOGRAFÍA	107
ANEXOS	108

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Sistema de compras	23
Cuadro 2. Diagrama de producción	25
Cuadro 3. Tabla de convenciones codificación de equipos	33
Cuadro 4. Codificación sección de tubería	34
Cuadro 5. Codificación sección de varilla	34
Cuadro 6. Codificación sección de troquelado	35
Cuadro 7. Codificación área de pintura	35
Cuadro 8. Codificación sección de ensamble general	36
Cuadro 9. Codificación sección de ensamble mesas	36
Cuadro 10. Codificación sección de confección	37
Cuadro 11. Codificación sección de corte	37
Cuadro 12. Codificación área de maderas	37
Cuadro 13. Codificación área de inyección	38
Cuadro 14. Codificación área de taller	39
Cuadro 15. Codificación área de bodega	39
Cuadro 16. Codificación área de planta	39
Cuadro 17. Plan de mantenimiento sistemático	49
Cuadro 18. Cronograma tareas de mantenimiento	57
Cuadro 19. Tareas no programadas	60
Cuadro 20. Reporte específico según área	61
Cuadro 21. Escala de frecuencia de falla	64
Cuadro 22. Escala impacto operacional	65
Cuadro 23. Escala flexibilidad operacional	65
Cuadro 24. Escala costos de mantenimiento	65
Cuadro 25. Escala impacto de seguridad, ambiente e higiene	66
Cuadro 26. Escala frecuencia de fallos	67
Cuadro 27. Escala impacto seguridad y medio ambiente (SHA)	68
Cuadro 28. Escala impacto en producción	68
Cuadro 29. Escala mantenibilidad	68
Cuadro 30. Escala costos de mantenimiento	69
Cuadro 31. Matriz de criticidad	72
Cuadro 32. Listado equipos críticos	76
Cuadro 33. Variables para cálculo de indicadores para un año	82
Cuadro 34. Tiempos totales de fallas	83
Cuadro 35. Cálculo general de indicadores de gestión	83
Cuadro 36. Consolidado de datos cortadora de lámina	84
Cuadro 37. Consolidado de variables periodo 1	86
Cuadro 38. Acciones correctivas, COL 01	89

Cuadro 39. Análisis de modos y efectos de falla, COL 01	90
Cuadro 40. Frecuencias de mantenimiento, COL 01	92
Cuadro 41. Identificación aspectos e impactos ambientales	94
Cuadro 42. Criterios legales	95
Cuadro 43. Criterio impacto ambiental	96
Cuadro 44. Criterio partes interesadas	96
Cuadro 45. Niveles de clasificación	97
Cuadro 46. Matriz general de impacto ambiental	98
Cuadro 47. Gastos en mantenimiento años 2.016 y 2.017	100
Cuadro 48. Distribución porcentual gastos mantenimiento	100
Cuadro 49. Valor gastos de mantenimiento áreas evaluadas	101
Cuadro 50. Costo mano de obra	101
Cuadro 51. Costo capacitaciones	101
Cuadro 52. Costo total del proyecto	102
Cuadro 53. Gastos del plan anual por equipos críticos	103
Cuadro 54. Costo general del plan de mantenimiento 2.016	104
Cuadro 55. Costo general del plan de mantenimiento 2.017	104

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Organigrama	22
Figura 2. Flujograma operativo	24
Figura 3. Corral Nikol	26
Figura 4. Sierra escuadradora	27
Figura 5. Ruteadora	27
Figura 6. Máquina de moldeo por inyección	28
Figura 7. Torre de enfriamiento	28
Figura 8. Cabina con ciclón recuperador	29
Figura 9. Horno de curado a gas	29
Figura 10. Punzonadora de tubería y cortadora neumática	30
Figura 11. Vista principal aplicativo excel	52
Figura 12. Selección de área para documentación	52
Figura 13 . Selección documentación de acuerdo al equipo	53
Figura 14. Control plan de mantenimiento	53
Figura 15. Registro de tiempos	54
Figura 16. Reporte tareas no programadas	54
Figura 17. Reporte tareas de mantenimiento no programadas	55
Figura 18. Seguimiento de equipos	55
Figura 19. Matriz de criticidad propuesta por el modelo CTR	66
Figura 20. Matriz de criticidad modelo MCR	69
Figura 21. Matriz de criticidad modelo CTR	71
Figura 22. Cálculo de confiabilidad y sus variables	80
Figura 23. Cálculo de disponibilidad y sus variables	81
Figura 24. Cálculo de mantenibilidad y sus variables	81

## LISTA DE FORMATOS

	pág.
Formato 1. Ficha técnica de equipos	42
Formato 2. Hoja de vida	43
Formato 3. Manual de tareas de mantenimiento	44
Formato 4. Tareas de mantenimiento	45
Formato 5. Seguimiento tareas de mantenimiento	47
Formato 6. Orden de trabajo	48

## LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Porcentaje tareas no programadas	60
Gráfica 2. Porcentaje tareas no programadas por áreas	61
Gráfica 3. Mantenimientos correctivos	62
Gráfica 4. Análisis de criticidad de equipos	75
Gráfica 5. Mantenibilidad y confiabilidad	84
Gráfica 6. Comportamiento lineal de disponibilidad	85

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formatos 2.012 y 2.015	109
Anexo B. Planes sistemáticos	110
Anexo C. Aplicativo	111
Anexo D. Cronograma general	112
Anexo E. Presentación capacitaciones	113
Anexo F. Circular capacitaciones	114
Anexo G. Indicadores de mantenimiento	115
Anexo H. Análisis de modos y efectos de falla	116
Anexo I. Registros financieros Prodehogar Ltda	117



## RESUMEN

Para el desarrollo del Proyecto, inicialmente se diagnosticó la situación presente de mantenimiento, se recopiló la información, se elaboraron formatos de hojas de vida, fichas técnicas, y demás documentos que contienen información acerca de los equipos, solicitudes de trabajo, órdenes de trabajo y hojas de vida. Adicionalmente se realizó el inventario de equipos, y la búsqueda de manuales de equipos de la empresa. Dicha información fue recopilada dentro del aplicativo desarrollado.

Luego de haber agrupado toda esta información y haber establecido con el departamento de producción y contabilidad, una codificación que permitiera categorizar los equipos respecto a las áreas comprendidas por la empresa. Se dio inicio a la selección de las áreas en las cuales se iba a realizar el análisis, basándose en el registro de trabajos correctivos y tareas no programadas registradas durante el periodo de implementación, dando como resultado las áreas de metalmecánica y pintura.

Se dió inicio al proceso de selección de las áreas críticas a las cuales se aplicó el análisis de criticidad de equipos, para determinar y clasificar en equipos críticos, medianamente críticos y no críticos, debido al gran tamaño de la empresa. El análisis de cada uno de los equipos críticos permitió determinar nuevas actividades de mantenimiento centradas a un elemento en específico para en un futuro ser implementadas

Centrándose en los equipos críticos se inició el proceso de análisis de falla por medio de la Matriz AMEF. Se determinaron indicadores de gestión como: confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. La evaluación de indicadores tuvo como resultado la tendencia de la implementación del plan inicial para cada equipo por periodos establecidos.

Se realizó una breve evaluación ambiental la cual tuvo como consecuencia el manejo del impacto de la implementación del plan, se evidenció que fue muy mínimo en cuanto a los requerimientos legales que rigen este tipo de actividades.

Finalmente se evaluó la parte financiera del proyecto, especificando los costos que tiene la implementación del plan y demás variables económicas como representación de nóminas de empleados, costos a terceros por mantenimiento, capacitaciones y un estimado de repuestos por cotizaciones investigadas por el medio de mantenibilidad.

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento, Prodehogar Ltda., Metalmecánica

## INTRODUCCIÓN

Prodehogar Ltda es una empresa con 26 años en el mercado. La *importancia* de realizar un plan que optimice las operaciones de la empresa, para que así esta obtenga nuevos rendimientos a niveles económicos y disponibilidad de equipos.

Debido a que la empresa no ha contado con un plan de mantenimiento *origina* la falta de un seguimiento adecuado; lo que representa la repetición de fallas y ausencia de actividades que permitan un mejor cuidado a los equipos establecidos por un departamento de mantenimiento en general.

La realización de este proyecto tiene como *objetivo* general: “Desarrollar e implementar un plan de mantenimiento para los equipos de la empresa PRODEHOGAR LTDA.” Con el fin de desarrollar los siguientes objetivos específicos;

- ✓ Evaluar la información de la empresa y del sistema actual de mantenimiento
- ✓ Actualizar información documental (elaboración de formatos)
- ✓ Elaborar el plan de mantenimiento sistemático
- ✓ Elaborar una Base de datos con la información de equipos y plan de Mantenimiento
- ✓ Capacitar al personal de mantenimiento presente en aplicación de formatos, tablero de actividades y fichas técnicas de equipos
- ✓ Implementar el plan de mantenimiento
- ✓ Establecer indicadores de gestión de mantenimiento para la evaluación del mismo
- ✓ Evaluar el rendimiento a través de un análisis de indicadores planteados inicialmente
- ✓ Aplicar criticidad a los equipos
- ✓ Evaluar el impacto ambiental del Proyecto
- ✓ Elaborar evaluación financiera del Proyecto

El *alcance* de este proyecto permitió el desarrollo e implementación del plan de mantenimiento para cada una de las líneas de producción durante un periodo de 6 meses; recopilando y evaluando la información obtenida y así establecer los

indicadores universales de mantenimiento, teniendo en cuenta el sistema documental planteado para el registro de fallas.

Durante el desarrollo de la implementación y debido al gran tamaño de la empresa se *limitó* el proyecto a un análisis de criticidad y de modo y efecto de falla para las áreas de metalmecánica y pintura; las cuales fueron seleccionadas como las de mayor impacto a nivel de tareas correctivas en mantenimiento.

La *metodología* utilizada para el desarrollo del proyecto está definida por procesos teóricos y prácticos que ayudan a cumplir a cabalidad los objetivos trazados desde el inicio del planteamiento de la situación de la empresa.

La *aplicación* de este trabajo va directamente sujeto al estudio en el área de metalmecánica y pintura, específicamente en los equipos de alta criticidad, puesto que es en ella donde se evidenciará un mayor impacto del buen funcionamiento del plan de mantenimiento.

## 1. GENERALIDADES

En este capítulo se dará una pequeña reseña de la empresa Prodehogar Ltda. su modelo de operación, los equipos presentes en las diferentes áreas que conforman su línea de manufactura y una pequeña referencia a los intentos previos de establecer un plan de mantenimiento.

### 1.1 PRESENTACIÓN

Prodehogar Ltda. es una empresa colombiana que desde hace más de 26 años ha incursionado con éxito en la fabricación y distribución de productos para hogar, bebés, juguetería e infantil. Logrando ofrecer productos de alto desempeño y calidad.

Actualmente Prodehogar Ltda., abarca un mercado nacional, cuenta con dos sedes principales: su punto de fábrica ubicado en la Carrera 4 N° 58 - 40 zona industrial de Cazucá-Soacha y el punto de venta ubicado Carrera 21 No. 12B - 9 Bogotá.

Esta empresa manufacturera empezó en una pequeña bodega ubicada en el barrio Ricaurte de Bogotá, fabricando carros para mercar formados en varilla y mesas de planchar; los cuales son dos de sus productos más icónicos. Con el deseo de innovar y marcar la diferencia Prodehogar Ltda., fijó como meta el aumentar su mercado, de esta decisión surgieron las líneas de juguetería y bebé. Debido a la gran variedad de productos que fueron naciendo y la gran aceptación por parte del público, la empresa se trasladó a su actual punto de fábrica para cumplir con la alta demanda en producción. Entre los productos con mayor aceptación podemos encontrar a su gran variedad de carros para mercar, las mesas de planchar y los triciclos.<sup>1</sup>

Debido a que la empresa se encuentra modificando sus políticas, misión y visión, se hace referencia a estos factores de acuerdo a su catálogo de productos<sup>2</sup> del 2.016 donde se describe lo siguiente;

Misión “Somos una empresa que desarrolla y comercializa productos funcionales para el hogar. Contamos para ello con tecnología de alta calidad, excelente materia prima, personal altamente calificado y la más completa variedad de productos para nuestros clientes”.

Visión “Para el primer decenio del 2.000 ser la mejor alternativa en la fabricación y distribución de productos para el hogar a nivel nacional e internacional”.

---

<sup>1</sup> FONSECA, Hernando. Jefe de producción Prodehogar Ltda. Bogotá, Colombia. 2017.

<sup>2</sup> Prodehogar Ltda, Catálogo. Bogotá, 2.016.

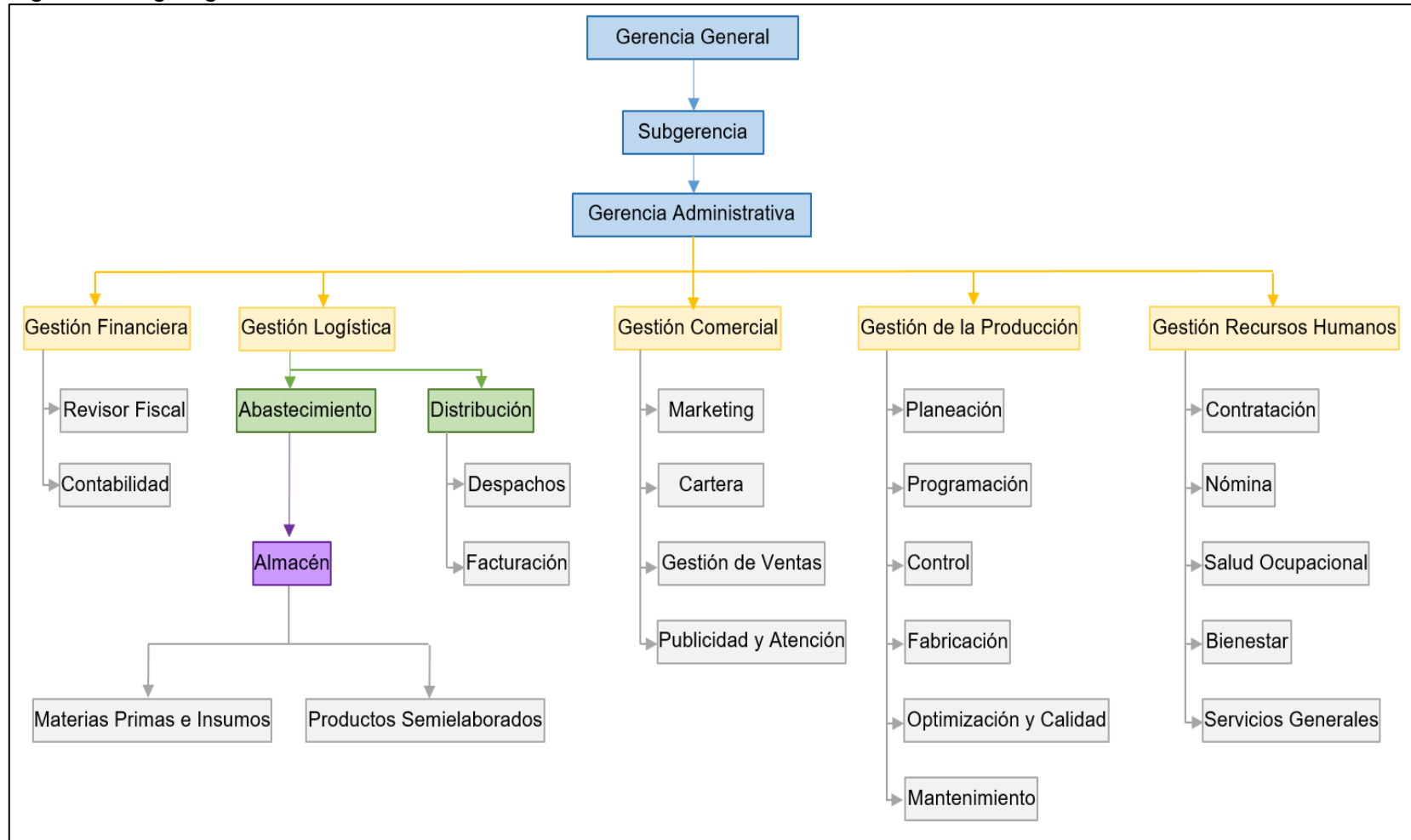
Política de Calidad “Mejorar continuamente cada uno de los procesos de producción y desarrollar constantemente productos que mejoren la calidad de vida de nuestros clientes”.

Gracias al esfuerzo de los directivos por hacer realidad la misión, visión y política de calidad establecidas, hacen de Prodehogar Ltda. una empresa de alta competencia, se puede notar gracias a su gran crecimiento en un periodo de tiempo relativamente corto. Sus productos se encuentran a nivel nacional y actualmente se están certificando para poder abarcar mercados internacionales.

## 1.2 ORGANIGRAMA

A continuación, se describe el organigrama general administrativo de la empresa organizada de manera jerárquica;

Figura 1. Organigrama



Fuente: LOPÉZ, Josseph. Aprobación de información. Mensaje para: Gabriel Betancourt. 30 Noviembre 2.017 [Citado 15 Enero 2.018].

### 1.3 PROCESO DE COMPRAS DE MATERIA PRIMA E INSUMOS

En el cuadro 1 se explica el proceso de compra de materia prima e insumos utilizada por el departamento de gestión de la producción, permitiendo tener un mejor conocimiento del funcionamiento de la empresa.

Cuadro 1. Sistema de compras

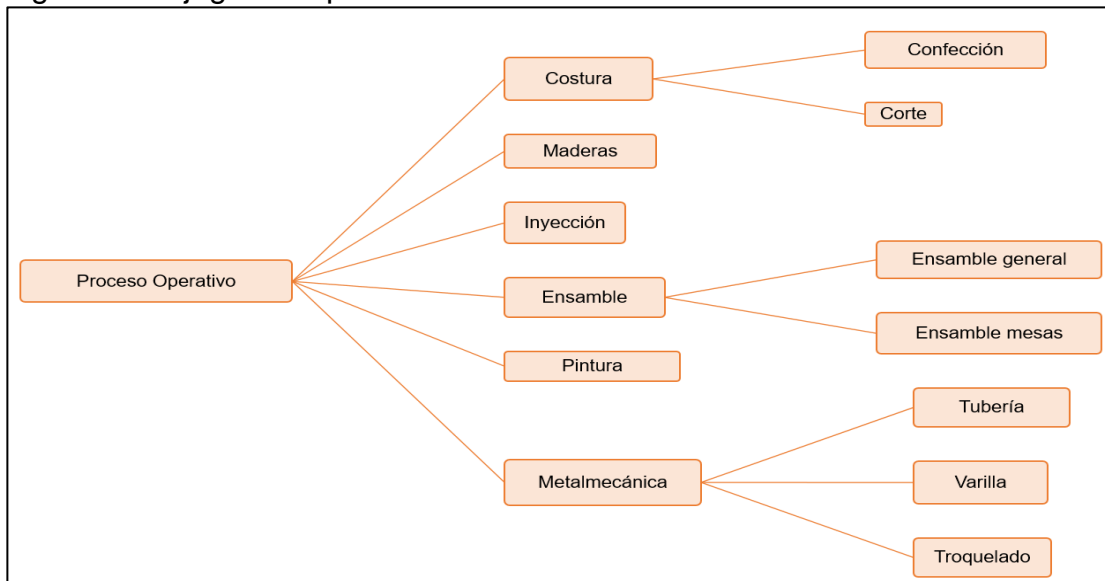
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	RECURSOS
<b>Realizar plan de producción mensual.</b>	Generar el plan de producción, en el módulo de planeación del ERP FACTORY.	Departamento de producción	Fichas técnicas de producto terminado y semielaborado.  ERP FACTORY
<b>Realizar la explosión de Materiales.</b>	Generar la explosión de materiales en el módulo de planeación ERP FACTORY, allí se identifica el requerimiento de materia prima e insumos.	Departamento de producción	Plantilla de consumo y stocks de seguridad. ERP FACTORY
<b>Realizar requisición</b>	Se elabora la requisición y se traslada del módulo de planeación al de compras. Se informa a Compras para inicie el proceso.	Departamento de producción	ERP FACTORY
<b>Generar Órdenes de compra</b>	Recibe requisición, e inicial la elaboración de órdenes de compra por proveedor (según fechas requeridas en producción).  Nota: Antes de esta actividad compras realizar el proceso de selección de proveedores y cotizaciones.	Departamento de compras	ERP FACTORY  Listado de proveedores por referencia.  Cotización
<b>Aprobación de Órdenes de Compra</b>	Una vez generadas las OC el delegado por gerencia administrativa aprueba las OC. Según criterios de puntualidad, calidad, precio y especificaciones técnicas.	Gerencia Administrativa	ERP FACTORY  Orden de compra
<b>Gestionar compra con el proveedor.</b>	Se envía por correo electrónico la OC al proveedor respectivo. Informa al Almacén tránsitos aprobados para verificación cuando se despache el requerimiento.	Departamento de compras  Almacenista de MP e insumos	Orden de compra  ERP FACTORY

Fuente: FONSECA, Carolina. SOLICITUD DE INFORMACIÓN. Mensaje para: Gabriel Betancourt. 13 Diciembre 2.017 [Citado 15 Enero 2.018].

## 1.4 DESCRIPCIÓN DE PROCESO OPERATIVO

Para la producción de sus diferentes productos Prodehogar Ltda. cuenta con varias áreas que en conjunto conforman su línea de manufactura. Dichas áreas y secciones se enlistan a continuación;

Figura 2. Flujograma operativo



Cada área se encarga de la fabricación de los elementos que le corresponde de acuerdo al tipo de producto a realizar. El área de ensamble es el punto final donde se obtiene el producto terminado, para después realizar un debido proceso de almacenamiento y distribución a cargo del departamento de gestión logística, área despachos.

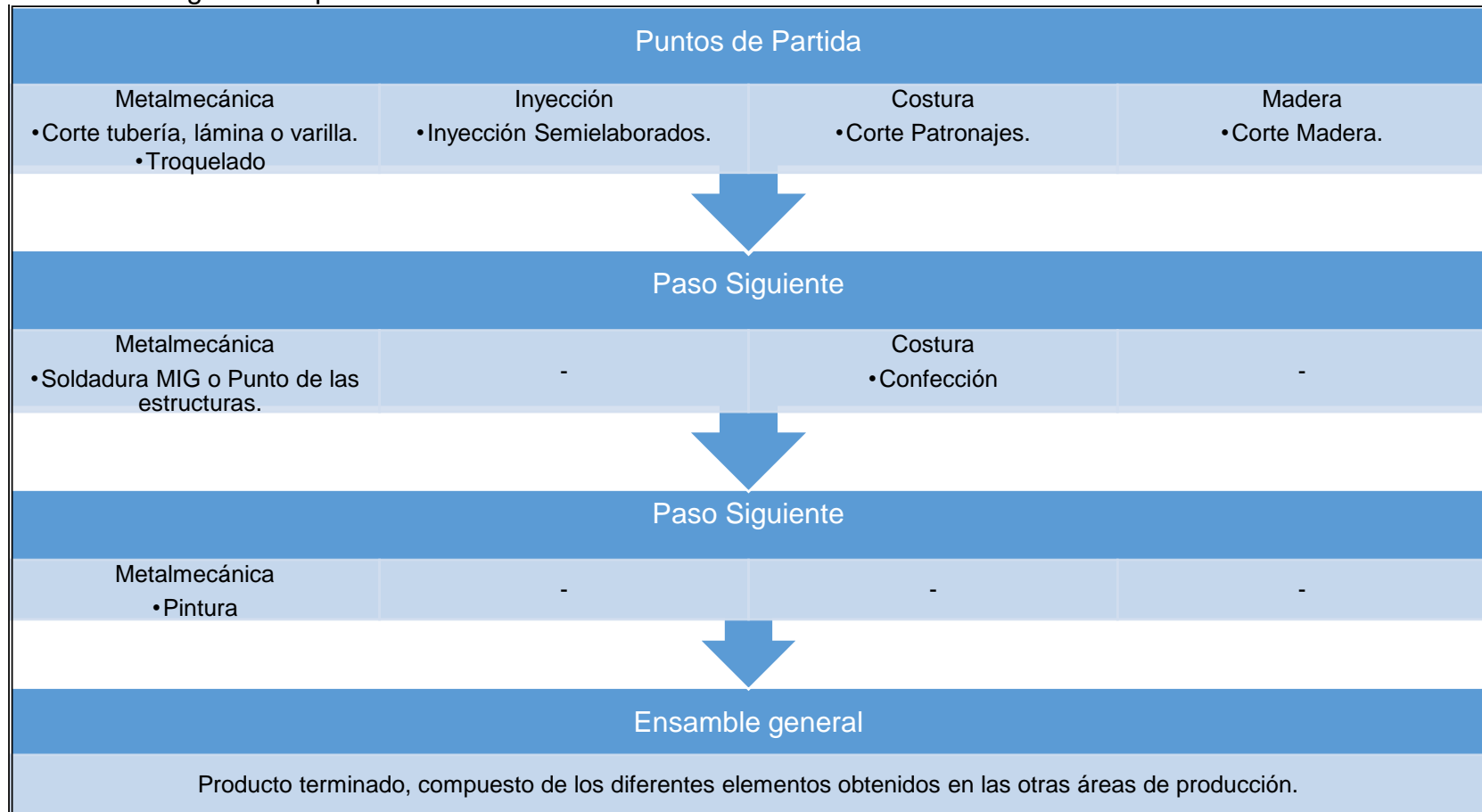
La variedad de productos derivados de las líneas de manufactura, se clasifican a partir de los diferentes grupos establecidos por la empresa para un mercado enfocado al hogar. Brevemente se especifican dichas denominaciones y sus productos ofrecidos en el catálogo de la empresa para su comercialización.

- ✓ Línea bebés: corrales, mecedoras, comedores, colchonetas, coches, bañeras, bañitos, caminadores y cunas
- ✓ Línea hogar: mesas para planchar, carros para mercar, sillas, organizadores y recipientes
- ✓ Juguetería: triciclos, coches, mesas y cunas
- ✓ Línea infantil: tableros y set kínder



1.4.1 Procesos de manufactura. Para la fabricación de los productos listados anteriormente es necesario pasar por diferentes procesos, los cuales se realizan en las respectivas áreas si así lo requiere su fabricación. En el cuadro 2, se explica de manera general el proceso productivo sin hacer referencia a un producto en específico.

Cuadro 2. Diagrama de producción



1.4.1.1 Costura. Área de manufactura que consta de diferentes equipos que aportan a la producción de productos a nivel de confección y corte de materiales. Compuesta por dos secciones, corte y confección.

La sección de corte se encarga de cortar los diferentes patrones tanto en espuma como en tela. Para luego pasar a la sección de confección que se encarga de la realización de los detalles de los productos terminados como recubrimientos en tela, forros y demás detalles para un acabado total del producto.

Figura 3. Corral Nikol



Fuente: Prodehogar Ltda. Productos, Bebés, Corrales, Corral Nikol.  
[http://www.prodehogar.com.co/phps/bebes\\_det.php?titulo=Corral%20Nikol](http://www.prodehogar.com.co/phps/bebes_det.php?titulo=Corral%20Nikol). Modificado por autores.

1.4.1.2 Maderas. Área encargada del proceso de corte y preparación de las tablas de madera utilizadas principalmente en los productos como: mesas de planchar, bases para cunas y tableros para el set kínder. Las especificaciones y requerimientos de las tablas manejadas son;

- ✓ Tablas de 2,44 x 1,22 [mt]
- ✓ Espesores de 1,2; 9; 5; 3 [mm]

Este proceso de corte y preparación de las tablas está compuesto por diferentes maquinas, como: sierra escuadradora, ruteadora, enchapadora, extractor, sierras circulares de mesa, sierra sin fin, taladro de columna y taladro múltiple.

Figura 4. Sierra escuadradora



Figura 5. Ruteadora



1.4.1.3 Inyección. Área de manufactura compuesta por diferentes procesos que aportan a la producción de productos que requieren insumos plásticos, como tapas, ruedas, sillines, recipientes, implementos de cocina, accesorios para juguetería, bañeras y accesorios para bañeras, entre otros.

Los procesos mencionados, se realizan a partir de máquinas o equipos de alta calidad, los cuales varían en tamaño, capacidad, potencia, que efectúan una labor de gran importancia para la empresa Prodehogar Ltda. Cuentan con sistemas de refrigeración para el enfriamiento de los diferentes moldes utilizados, su montaje es realizado con la ayuda de un puente grúa o polipasto.

Figura 6. Máquina de moldeo por inyección



Figura 7. Torre de enfriamiento



1.4.1.4 Ensamble. Área encargada de ensamblar las diferentes piezas que fueron obtenidas en los otros procesos de manufactura, para entregar un producto terminado. Su principal fuente de trabajo proviene de un compresor de tornillo el cual alimenta las diferentes herramientas neumáticas utilizadas en este departamento.

1.4.1.5 Pintura. Área de manufactura donde se realiza el cubrimiento a las diferentes piezas metálicas provenientes del área de metalmecánica. El método utilizado es pintura electrostática y se cuenta con elementos auxiliares para arreglar o perfeccionar detalles.

Es un proceso en cadena, inicia con la colocación de las piezas en la línea, pasando por el túnel de lavado y secado, luego a las cabinas de pintura ya sea color o blanca, y finalmente pasando por el túnel de curado el cual le da un estado de terminado requerido.

Figura 8. Cabina con ciclón recuperador



Figura 9. Horno de curado a gas



1.4.1.6 Metalmecánica. Área encargada de fabricar los soportes y estructuras metálicas, además de los elementos en los mecanismos sencillos utilizados en varios de sus productos. Utilizando procesos de soldadura, corte, doblado, perforado, mecanizado y troquelado de elementos como tubería, varilla y lámina.

Las especificaciones y requerimientos de los elementos manejados son;

- ✓ Tubería: Perfil circular de 3/8 " hasta 1 1/4" y perfil cuadrado de hasta 30 x 30 mm
- ✓ Varilla: Metálica (calibres: 2,41; 2,77; 3; 3,5; 4; 4,5; 4,7; 5; 6; 7; 8; 8,7; 12 mm) y plástica (calibres 4 y 5 mm)
- ✓ Lámina: Lámina de 2,44 x 1,22 m y calibres 14; 16; 18; 22; 24

Figura 10. Punzonadora de tubería y cortadora neumática



## 1.5 HISTÓRICO DE MANTENIMIENTO

La empresa, que ha crecido rápidamente, basa su sistema de producción principalmente en la mano de obra puesto que no cuenta con procesos de manufactura automatizados, y es por esto que la maquinaria utilizada está sometida al trato y cuidado que el operario maneje. Intentos previos de implementar un sistema de control sobre las rutinas y cuidados a cargo de practicantes del SENA y del mecánico general, así como documentación técnica realizada anteriormente fue descartada debido a la discontinuidad del practicante

o debido a que el área de producción (encargada del mantenimiento de la planta) concentra sus esfuerzos en otras actividades.

Los procedimientos para corregir una falla se realizan en el momento que esta se presente, es decir de tipo correctivo. Al contar con un mecánico de planta, se trabaja de acuerdo a la prioridad del equipo permitiendo el acumulado de fallas en la demás maquinaria; las cuales pueden llevar a un falla incluso mayor o daño total del equipo. Por ser trabajos que no se prevén, la compra de repuestos se da luego de analizar la falla ocurrida; en ocasiones estos pueden ser fabricados en el taller, por ejemplo, bujes, cuñas, etc. En caso de ser necesaria su compra, el jefe de producción da permiso para la entrega del dinero presupuestado.

Existen documentos físicos del año 2.012 archivados en carpetas y del año 2.015 se tiene información digital de las actividades relacionadas con el mantenimiento. En ambas ocasiones se presenta discontinuidad en la información y fueron desarrollados por un practicante del SENA contratado durante dicho periodo de tiempo.

Los archivos del año 2.012 contienen los formatos asignados como hoja de vida y registro de mantenimiento. En el primer formato hoja de vida, se da la información técnica del equipo y un procedimiento básico de mantenimiento si este lo requería. El segundo formato registro de mantenimiento era utilizado para anotar las diferentes actividades de mantenimiento realizadas al equipo.

La información recolectada en carpetas respecto a la implementación del año 2.012 fue archivada de manera digital y está disponible en la base de datos generada para la implementación del plan de mantenimiento propuesto.

La persona encargada durante el año 2.015 de un nuevo proceso de mantenimiento estableció nuevos formatos, entre ellos: hoja de vida, ficha técnica, carta de lubricación y orden de trabajo.

Después de recolectada la información principal se evidencio que los catálogos y planos de la maquinaria utilizada no se encontraba en su totalidad, ya que no se contaba con un proceso ordenado para el manejo de dichos documentos. Los formatos anteriormente nombrados se encuentran en el anexo A.

## 2. CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

El sistema de codificación para los equipos de la empresa Prodehogar Ltda., se elaboró respecto al área, sección y clase de equipo, ya que permite una clasificación rápida de acuerdo a la distribución en planta y una búsqueda eficaz de la maquinaria para llevar un control de activos.

La nueva codificación constará de tres (3) partes;

- ✓ Código asignado de acuerdo al área en que la máquina se encuentra
- ✓ Abreviatura nombre (Máx. 3 caracteres), enumerado según la cantidad que se tenga del equipo
- ✓ Sección (Si el área de trabajo en la que se ubica se encuentra dividida o categorizada)

XXX XXXXX-XX

- ✓ Color amarillo.....Área
- ✓ Color verde.....Iniciales equipo, consecutivo
- ✓ Color Azul.....Sección

La nueva codificación, por ejemplo, para un Equipo de soldadura MIG que se encuentra en el área de metalmecánica, sección tubería. Equipos totales de soldadura MIG 10.

010ESM01 – 01

- ✓ Área: Metalmecánica. De acuerdo al cuadro 3 el código correspondiente para esta área es 010
- ✓ Abreviatura nombre. Equipo de Soldadura MIG; su abreviatura sería ESM. Como hay un total de 10 equipos, esta abreviatura puede ser seguida por un valor entre 01 y 10
- ✓ Sección: Tubería de acuerdo al cuadro 3 el código correspondiente a esta sección es 01

A partir del ejemplo anterior se entiende como se desarrollará la codificación y así mismo se elaborará para los demás equipos. Logrando un registro completo y detallado de cada equipo, el cual coteja toda la información para un resultado final que involucre todos los equipos de la planta subdividida de la siguiente manera;



- ✓ Producción: metalmecánica, pintura, costura, ensamble, madera e inyección
- ✓ Taller
- ✓ Bodega
- ✓ Planta

Para algunas áreas no se determinaron secciones ya que no son lo suficientemente grandes para tener subdivisiones, para estos casos se asignó el número 00 como se puede observar en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Tabla de convenciones codificación de equipos**

Tabla de convenciones				
a.		b.	c.	
Código Área		Abreviatura Nombre	Código Sección	
010	Metalmecánica	Iniciales Equipo con su consecutivo	01	Tubería
			02	Varilla
			03	Troquelado
020	Pintura		00	No Aplica
030	Ensamble		04	Ensamble General
			05	Ensamble Mesas
040	Costura		06	Confección
050	Madera		07	Corte
060	Inyección		00	No Aplica
070	Taller		00	No Aplica
080	Bodega	00	No Aplica	
090	Planta	00	No Aplica	

## 2.1 LÍNEA METALMECÁNICA

A continuación, se encuentra la lista de equipos presentes en la línea de producción de metalmecánica;

Cuadro 4. Codificación sección de tubería

Código Área	Abreviatura Nombre		Código Sección
010	Equipo Soldadura MIG	ESM 01	01
	Equipo Soldadura MIG	ESM 02	
	Equipo Soldadura MIG	ESM 03	
	Equipo Soldadura MIG	ESM 04	
	Cortadora Tubería Neumática	CTN 01	
	Cortadora Tubería Neumática	CTN 02	
	Cortadora Tubería Manual	CTM 01	
	Dobladora Hidráulica	DHT 01	
	Dobladora Hidráulica	DHT 02	
	Dobladora Hidráulica	DHT 03	
	Punzonadoras Tubería	PUT 01	
	Punzonadoras Tubería	PUT 02	
	Troqueladoras	TRO 01	
	Troqueladoras	TRO 02	
	Esmeril de Banco	ESB 01	
	Taladros de Columna	TDC 01	
	Taladros de Columna	TDC 02	
	Taladros de Columna	TDC 03	
	Taladros de Columna	TDC 04	
	Compresor de Pistones	COM 01	

Cuadro 5. Codificación sección de varilla

Código Área	Abreviatura Nombre		Código Sección
010	Equipo Soldadura MIG	ESM 05	02
	Equipo Soldadura MIG	ESM 06	
	Equipo Soldadura MIG	ESM 07	
	Troqueladoras	TRO 09	
	Esmeril de Banco	ESB 02	
	Taladros de Columna	TDC 05	
	Taladros de Columna	TDC 06	
	Soldadura Punto	ESP 01	
	Soldadura Punto	ESP 02	
	Soldadura Punto	ESP 03	
	Soldadura Punto	ESP 04	
	Soldadura Punto	ESP 05	
	Soldadura Punto	ESP 06	
	Soldadura Punto	ESP 07	
	Soldadura por Roldanas	ESR 01	
	Motobomba	MOT 01	
	Torno	TOR 01	
	Dobladora Varilla	DOV 01	
	Dobladora Varilla	DOV 02	
	Enderezador Varilla	ENV 01	

Cuadro 6. Codificación sección de troquelado

Código Área	Abreviatura Nombre		Código Sección
010	Cortadora Lámina	COL 01	03
	Troqueladoras	TRO 03	
	Troqueladoras	TRO 04	
	Troqueladoras	TRO 05	
	Troqueladoras	TRO 06	
	Troqueladoras	TRO 07	
	Troqueladoras	TRO 08	
	Troqueladoras	TRO 10	
	Troqueladoras	TRO 11	
	Perfiladora	PER 01	

## 2.2 LÍNEA PINTURA

A continuación, se encuentra la lista de equipos presentes en la línea de producción de pintura;

Cuadro 7. Codificación área de pintura

Código	Abreviatura Nombre		Código
020	Horno Curado	HDC 01	00
	Línea de Transporte.	LTP 01	
	Túnel Lavado.	TUP 01	
	Túnel Secado	TUP 02	
	Cabina con Ciclón Recuperador.	CBP 01	
	Cabina con Ciclón Recuperador.	CBP 02	
	Equipo de Pintura.	EQP 01	
	Equipo de Pintura.	EQP 02	
	Equipo de Pintura.	EQP 03	
	Equipo de Tamizado	EQT 01	
	Taladros de Columna	TDC 07	
	Punzonadoras Tubería	PUT 03	

## 2.3 LÍNEA DE ENSAMBLE

A continuación, se encuentra la lista de equipos presentes en la línea de producción de ensamble;

Cuadro 8. Codificación sección de ensamble general

Código Área	Abreviatura Nombre		Código Sección
030	Taladro de Columna	TDC08	04
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP01	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP02	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP03	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP04	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP05	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP06	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP07	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP08	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP09	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP10	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP11	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP12	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP13	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP14	
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP16	
	Remachadora Mecánica de pedal	RMP17	
	Remachadora Mecánica de pedal	RMP18	
	Remachadora Eléctrica	REL01	
	Remachadora Eléctrica	REL02	
	Remachadora Neumática	REN01	
	Remachadora Neumática	REN02	
	Remachadora Neumática	REN03	
	Remachadora Neumática	REN04	
Selladora de Alta Frecuencia	SAF01		

Fuente: Joseph Steven López Cubillos. Consolidado de equipos (Archivo Excel). Prodehogar Ltda.

Cuadro 9. Codificación sección de ensamble mesas

Código Área	Abreviatura Nombre		Código Sección
030	Taladro de Columna	TDC09	05
	Remachadora Mecánica de Pedal	RMP15	

Fuente: Joseph Steven López Cubillos. Consolidado de equipos (Archivo Excel). Prodehogar Ltda.

En esta sección se cuenta con elementos como: taladros neumáticos, taladros eléctricos, grapadoras neumáticas y remachadoras tipo pop o de golpe. Todos estos considerados como herramientas de trabajo.

## 2.4 LÍNEA DE COSTURA

A continuación, se encuentra la lista de equipos presentes en la línea de producción de costura;

Cuadro 10. Codificación sección de confección

Código Área	Abreviatura Nombre		Código Sección
040	Máquina de Coser Plana	MCP 01	06
	Máquina de Coser Plana	MCP 02	
	Máquina de Coser Plana	MCP 03	
	Máquina de Coser Plana	MCP 04	
	Máquina de Coser Plana	MCP 05	
	Máquina de Coser Plana	MCP 06	
	Máquina de Coser Fileteadora	MCF 01	
	Máquina de Coser Fileteadora	MCF 02	
	Máquina de Coser Ribeteadora	MCR 01	
	Remachadora Troqueladora	TBR 01	
	Remachadora Troqueladora	TBR 02	
	Remachadora Troqueladora	TBR 03	
	Remachadora Troqueladora Neumática	TBR04	

Cuadro 11. Codificación sección de corte

Código Área	Abreviatura Nombre		Código Sección
040	Cortadora Tela Circular	CTC01	07
	Cortadora Tela Vertical	CTV01	
	Cortadora Tela Vertical	CTV02	

## 2.5 LÍNEA DE MADERA

A continuación, se encuentra la lista de equipos presentes en la línea de producción de madera;

Cuadro 12. Codificación área de maderas

Código Área	Abreviatura Nombre		Código Sección
050	Taladros de Columna	TDC 10	00
	Sierra Sin Fin	SSF 01	
	Sierra Escuadradora	SES 01	
	Sierra Circular de Mesa	SCM 01	
	Ruteadora	RUT 01	
	Enchapadora	ENC 01	
	Taladro Múltiple	TMU 01	
	Extractor Polvo	EXT 01	

## 2.6 LÍNEA DE INYECCIÓN

A continuación, se encuentra la lista de equipos presentes en la línea de producción de inyección;

Cuadro 13. Codificación área de inyección

Código Área	Abreviatura Nombre		Código Sección
060	Inyectora	INY01	00
	Inyectora	INY02	
	Inyectora	INY03	
	Inyectora	INY04	
	Inyectora	INY05	
	Inyectora	INY06	
	Molino	MOL01	
	Molino	MOL02	
	Molino	MOL03	
	Molino	MOL04	
	Molino	MOL05	
	Mezcladora	MEZ 01	
	Sistema de Alimentación	ALM 01	
	Sistema de Alimentación	ALM 02	
	Sistema de Alimentación	ALM 03	
	Chiller	CHI 01	
	Motobomba	MOT 02	
	Motobomba	MOT 03	
	Torre de Enfriamiento	TEN 02	
	Compresor de Pistones	COM 02	
	Puente Grúa	PUG 01	
	Transformador	TRN 01	
	Control Colada Caliente	CTR 01	
	Control Colada Caliente	CTR 02	
	Control Colada Caliente	CTR 03	
	Control Colada Caliente	CTR 04	
	Control Colada Caliente	CTR 05	
	Control Colada Caliente	CTR 06	
Control Colada Caliente	CTR 07		

## 2.7 EQUIPOS DE TALLER

A continuación, se encuentra la lista de equipos presentes en taller;

Cuadro 14. Codificación área de taller

Código Área	Abreviatura Nombre		Código Sección
070	Electroerosionadora	ELT 01	00
	Esmeril de Banco	ESB 03	
	Fresadora de Torreta	FRE 01	
	Rectificadora de Superficies	REC 01	
	Soldadura SMAW	ESS 01	
	Taladro Fresador	TFR 01	
	Torno Paralelo	TOR 02	
	Estibadora	EST 04	

## 2.8 EQUIPOS DE BODEGA

A continuación, se encuentra la lista de equipos presentes en bodega;

Cuadro 15. Codificación área de bodega

Código Área	Abreviatura Nombre		Código Sección
080	Zunchadora	ZUN01	00
	Zunchadora	ZUN02	
	Estibadora	EST01	
	Estibadora	EST02	
	Estibadora	EST03	

## 2.9 EQUIPOS DE PLANTA

A continuación, se encuentra la lista de equipos presentes en planta;

Cuadro 16. Codificación área de planta

Código Área	Abreviatura Nombre		Código Sección
090	Compresor de Tornillo	CMT03	00
	Subestación	SUB01	
	Tanque GLP	TGL01	
	Tanque GLP	TGL02	

### 3. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

El proceso desarrollado para la implementación del plan, se dio en diferentes pasos; partiendo de un nuevo sistema documental y de tareas sistemáticas aplicadas para cada equipo, categorizadas según su tipo (mecánica, eléctrica y lubricación). Debido a que la empresa no cuenta con un software especializado en esta área, se desarrolló un aplicativo por medio de la herramienta Microsoft Excel que es el sistema de control propuesto para el manejo de dicha documentación y desarrollo de actividades donde se recopilan de manera virtual los formatos y el plan sistemático. Haciendo el debido acompañamiento durante la implementación de este proceso, capacitaciones y vivencias en las diferentes áreas de la empresa.

#### 3.1 SISTEMA DOCUMENTAL DEL MANTENIMIENTO

Debido al poco seguimiento en el manejo de los formatos previamente desarrollados; se optó por el diseño de nuevos formatos, contando con el aval del área de producción encargada de dirigir el mantenimiento.

Partiendo de las sugerencias del Manual de Mantenimiento del SENA<sup>3</sup>, se estableció el diseño de los nuevo formatos. Complementando este proceso con la comparación de los formatos anteriores y solicitando la información relevante para la categorización de los equipos.

Los formatos realizados fueron;

- ✓ Ficha técnica
- ✓ Hoja de vida
- ✓ Instructivo de mantenimiento (grupo de actividades propuestas para el cuidado del equipo)
- ✓ Tablero tareas de mantenimiento (cronograma para control anual por equipo)
- ✓ Seguimiento tareas de mantenimiento (funciona como solicitud de servicio)
- ✓ Orden de trabajo

---

<sup>3</sup> SENA. Manual de Mantenimiento: División sector industria y de la construcción: Divulgación Tecnológica, 1991. 90 pg. Disponible en:  
[http://repositorio.sena.edu.co/sitios/fedemetal\\_manual\\_mantenimiento/#](http://repositorio.sena.edu.co/sitios/fedemetal_manual_mantenimiento/#)



3.1.1 Ficha técnica. En este formato se encuentra la información básica resumida en una sola página. Desde datos relacionados financieramente para el control de activos hasta las características principales del equipo como dimensiones y la aplicación que este tiene en la planta de producción.

Se enlistan las partes que componen el formato;

- ✓ Datos máquina: fecha de compra, fecha de entrega, nombre técnico, nombre comercial, nueva o usada, código (COD), código anterior (para los equipos que aplique), foto del equipo, marca del equipo, modelo del equipo, serie del equipo, aplicación del equipo, operario fijo, nombre del Operario, sección, ubicación (área)
- ✓ Datos proveedor: empresa o proveedor, dirección, correo, teléfono, celular, NIT, procedencia, entregó (persona que realizó la entrega del equipo)
- ✓ Datos técnicos: voltaje, intensidad, potencia, altura, longitud, ancho, peso, tabla motores eléctricos [potencia en kilowatts (kw), corriente en amperios (A) y voltaje en voltios (V)], sistema neumático (presión empleada), sistema hidráulico (potencia, caudal, altura de la bomba y tipo de fluido), observaciones (información extra necesaria que no se encuentre relacionada con los datos anteriores)
- ✓ Precauciones / mantenimiento / manual: puesta en marcha, manual, código del manual, mantenimiento (sugerencias del proveedor o manual del equipo)


Formato 1. Ficha técnica de equipos

		<b>FICHA TÉCNICA EQUIPOS</b>				28/06/2014						
DATOS MÁQUINA										Versión: 01		
Fecha Compra		4/06/2014		Nueva	x		COD.		010 COL01 03			
Fecha Entrega		28/06/2014		Usada			COD ANT.		CL01			
Nombre Técnico		Cortadora Lámina								Foto 		
Nombre Comercial		Cizalla Mecánica										
Aplicación del Equipo												
Utilizada para cortar lámina de 2,44 x 1,22 m. - Calibres 14, 16, 18, 22, 24. Funciona de manera mecánica; la cuchilla es accionada por medio de pedal.												
Operario Fijo		Si	x		Nombre del Operario				Marca	-		
		No			Jorge Arevalo				Modelo	Q11-6x2500		
Sección		Metalmecánica		Ubicación		Troquelado		Serie	1312			
DATOS PROVEEDOR												
Empresa o Proveedor		MIDCO				Teléfono		3378600 / 2444463				
Dirección		Carrera 35 #19A-79				Celular		-				
Correo		<a href="mailto:info@midco.com.co">info@midco.com.co</a>				NIT		-				
Entregó		-				Procedencia		-				
DATOS TÉCNICOS												
Voltaje		220 V		Intensidad		27 A		Potencia		10 Hp		
Altura		1355 mm		Longitud		3500 mm		Ancho		1710 mm		
Peso		4135 Kg										
Motores Eléctricos				1	2	3	4	5	6	7	8	
		Potencia (Kw)		7,5	-	-	-	-	-	-	-	-
		Corriente (A)		27	-	-	-	-	-	-	-	-
		Voltaje (V)		220	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema Neumático		Si			Presión							
		No	x		-							
Sistema Hidráulico		Si			Potencia		Caudal		Altura		Fluido	
		No	x		-		-		-		-	
Observaciones		En uno de sus costados cuenta con una placa, donde muestra el diagrama para los puntos de lubricación y su periodicidad. 1370 rpm.										
PRECAUCIONES/MANTENIMIENTO/MANUAL												
PUESTA EN MARCHA		<a href="#">Ver guía</a>										
MANUAL		Si	x		<a href="#">Manual en físico.</a>				COD. MANUAL			
		No							CT-COL01			
MTTO		Mantenimiento aconsejado por el proveedor										
		<a href="#">Ver guía</a>										

3.1.2 Hoja de vida. En el siguiente formato encontraremos la información relacionada con el histórico de los trabajos realizados en el equipo, referenciada a través de varios datos técnicos de la máquina, como su aplicación en la planta de producción y una descripción detallada de las partes del equipo. Se enlistan las partes que componen el formato;

- ✓ Datos máquina: nombre técnico, nombre comercial, Código (COD), código anterior (para los equipos que aplique), aplicación del equipo, marca del equipo, modelo del equipo, serie del equipo, operario fijo, nombre del operario, sección, ubicación (área), existencia de manual o catálogo
- ✓ Historial de mantenimiento: fecha, número de orden (orden de trabajo asignada a dicha labor), trabajo realizado (resumen general del trabajo efectuado), persona a cargo del trabajo realizado, tiempo y costo

### Formato 2. Hoja de vida

		<b>HOJA DE VIDA</b>				Pg.	1		
						CODIGO		010 COL01 03	
						COD. ANT		CL01	
<b>DATOS MÁQUINA</b>									
Nombre Técnico		Cortadora Lámina				CL01			
Nombre Comercial		Cizalla Mecánica							
Aplicación del Equipo									
Utilizada para cortar lámina de 2,44 x 1,22 m. - Calibres 14, 16, 18, 22, 24. Funciona de manera mecánica; la cuchilla es accionada por medio de pedal.									
Operario Fijo		Sección		Metalmecánica		Marca	-		
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	Ubicación		Troquelado	Modelo	Q11-6x2500	
Nombre del Operario				Jorge Arevalo		Serie	1312		
Existencia de Manual/Catálogo		SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>				
<b>HISTORIAL DE MANTENIMIENTO</b>									
FECHA	Orden N°	TRABAJO REALIZADO		Realizó	Tiempo	Costo			
15/06/2014	-	Anclaje base en concreto.		-	-	-			
28/06/2014	-	Puesta en marcha.		-	-	-			
18/04/2017	-	Correccion por mal funcionamiento		Hernando Bermudez	60	-			
19/04/2017	-	Cambio de resorte que permite el embrague para el corte		Hernando Bermudez	70	-			
24/04/2017	-	Cambio de resorte que permite el embrague para el corte		Hernando Bermudez	50	-			
15/05/2017	33	Enderezar soporte Embargue/Cuña y cambio de		Hernando Bermudez	120	-			
17/05/2017	35	Arreglo (trabajo soldadura) y ajuste cuña que permite el embargue con el volante		Hernando Bermudez	180	-			
1/06/2017	44	Adapatación de tuerca y tornillo de 5/8" para sostener las barras del tope		Hernando Bermudez	180	-			
23/06/2017	000056	Se cambio pisadores por fallas en el corte		Hernando Bermudez	30	-			
27/06/2017	000058	Se maquino soporte de Hembra y se cambio tornillo bristol 1/4" x 1"		Hernando Bermudez	210	-			
29/08/2017	000103	cambio de tornillo de 1/4*5/8 del soporte del embrague		Hernando Bermudez	180	-			

3.1.3 Instructivo de mantenimiento. En el siguiente formato se encuentra la información relacionada con los trabajos a realizar en el equipo, teniendo en cuenta a que categoría pertenece y qué persona lo debe realizar. Es decir que se nombra la tarea, asigna un código, explica el procedimiento a realizar y se hacen observaciones de las mismas. Se enlistan las partes que componen el formato;


- ✓ Manual de tareas de mantenimiento: actividad, el código el cual hace referencia si es una actividad eléctrica (E), mecánica (M) o de lubricación (L), con su debido consecutivo de actividad y de acuerdo a cada equipo, el procedimiento, persona a cargo, la frecuencia que determina la regularidad con la que se debe realizar la actividad, tiempo estimado y observaciones: elementos de seguridad personal necesarios, lubricantes, herramientas aconsejadas y demás apuntes que se consideren necesarios

Formato 3. Manual de tareas de mantenimiento

PROGRAMA MANTENIMIENTO PRODEHOGAR LTDA.			
MANUAL TAREAS DE MANTENIMIENTO			
Actividad		Procedimiento	
Inspección y Limpieza		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconectar el equipo.</li> <li>• Al iniciar jornada: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar inspección visual del equipo: revisar el estado de las correas y las poleas, y demás elementos del equipo.</li> </ul> </li> <li>• Al finalizar jornada: Haciendo uso de bayetillas o una brocha realizar una limpieza profunda al equipo.</li> </ul>	
		Persona a Cargo	Operario
		Frecuencia	Diario
Código	M1	Tiempo estimado	5 minutos
Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer uso de los elementos de seguridad industrial dotados. (Botas, gafas, tapa oídos, tapa bocas, guantes, etc.)</li> <li>• Notificar al personal de mantenimiento cualquier tipo de falla evidenciada.</li> <li>• Inspeccionar detalladamente cada una de las partes que componen al equipo.</li> </ul>			

3.1.4 Tablero tareas de mantenimiento. De acuerdo a las actividades establecidas en el manual de tareas de mantenimiento, se generó un cronograma el cual permite verificar en qué número de semana se realiza dicha actividad según cada equipo y a su vez la frecuencia establecida en un periodo de un año, es decir 52 semanas.

Formato 4. Tareas de mantenimiento

		TABLERO TAREAS DE MANTENIMIENTO																									
		Equipo.	Cortadora de Lámina														010 COL01 03										
		Fecha Inicio	27/03/2017											Fecha Final					19/03/2018								
		DIARIAS																									
Actividad		Lunes					Martes					Miercoles					Jueves					Viernes					
M1		x					x					x					x					x					
		SEMANAS																									
Actividad	Frec.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
L1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
L2	5		x					x					x					x					x				
M2	13		x													x											
E1	26		x																								
M3	52																										
E2	52		x																								
		27/03/17	03/04/17	10/04/17	17/04/17	24/04/17	01/05/17	08/05/17	15/05/17	22/05/17	29/05/17	05/06/17	12/06/17	19/06/17	26/06/17	03/07/17	10/07/17	17/07/17	24/07/17	31/07/17	07/08/17	14/08/17	21/08/17	28/08/17	04/09/17	11/09/17	18/09/17
		SEMANAS																									
Actividad	Frec.	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
L1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
L2	5	x					x					x					x					x					x
M2	13		x													x											
E1	26		x																								
M3	52																x										
E2	52																										
		25/09/17	02/10/17	09/10/17	16/10/17	23/10/17	30/10/17	06/11/17	13/11/17	20/11/17	27/11/17	04/12/17	11/12/17	18/12/17	25/12/17	01/01/18	08/01/18	15/01/18	22/01/18	29/01/18	05/02/18	12/02/18	19/02/18	26/02/18	05/03/18	12/03/18	19/03/18
		FECHAS SUJETAS A CAMBIOS // FECHAS SUJETAS A CAMBIOS // FECHAS SUJETAS A CAMBIOS																									

3.1.5 Seguimiento tareas de mantenimiento. Para poder verificar el cumplimiento de las actividades programadas en el aplicativo relacionadas con inspección, lubricación, ajuste, limpieza y demás trabajos relacionados con el mantenimiento del equipo. Se generó un formato para los operarios a cargo del equipo, el cual permite mantener actualizado el sistema.

El formato se encuentra dividido de la siguiente manera;

- ✓ Equipo
- ✓ Código del equipo
- ✓ Realizó. Mecánico o persona que ejecuta la actividad
- ✓ Hora de inicio y fin. Permite controlar el tiempo y gestión de los indicadores previamente establecidos, en la casilla de observaciones del formato está la anotación de copiar el tiempo en minutos en caso que el trabajo efectuado haya tomado menos tiempo de una hora
- ✓ Descripción de trabajo. Si es una actividad establecida de acuerdo al manual realizado a cada equipo solo copiar el código de esta, en caso de ser una tarea correctiva describir de manera resumida el trabajo realizado que posteriormente es comparado con la orden de trabajo respectiva

Este formato tiene también como función la solicitud de servicio. Al presentarse una falla, el operario utiliza la columna de descripción de trabajo para notificarla y realizar la respectiva corrección, que como anteriormente se coteja con la respectiva orden de trabajo generada. Se realizó de esta manera con el fin de tener un formato práctico para el operario y se evitara generar papelería en exceso que confunda e indisponga su diligenciamiento.

### Formato 5. Seguimiento tareas de mantenimiento

Equipo		Código				
Tragueladora		TEO 05				
<b>Ojo:</b> Anotar todas las recomendaciones hechas por el contratista, además del trabajo que realizó.						
Operario	Fecha	Hora		Tarea Realizada	Realizó	
		Inicio	Fin		1	2
Jesus G.	20.04.17	5 <sup>n</sup>		M1		
Jesus G	21.04.17	5 <sup>n</sup>		M1		
Jesus G	24.04.17	5 <sup>i</sup>		M1		
Paulo S	25.04.17	15 <sup>i</sup>		M1 LI		
Jorge A	26.04.17	5 <sup>i</sup>		M1		
Jorge A	27.04.17	4 <sup>5</sup>		M2 Refricador (uña (H.D)	X	
Jorge A	28.04.17	5 <sup>i</sup>		M1		
Jorge A	02.05.17	5 <sup>i</sup>		M1		
Jorge A	03.05.17	5 <sup>i</sup>		M1		
Jesus G	04.05.17	5 <sup>i</sup>		M1		
Jesus G	05.05.17	5 <sup>i</sup>		M1		
Jesus G	08.05.17	5 <sup>i</sup>		M1		

Convenciones:  
 1) Personal Mantenimiento. 2) Contratista.  
 En el caso de que la actividad realizada dure menos de una hora, escribir el tiempo en minutos.  
 Si la tarea es realizada por el personal de mantenimiento en la columna de Tarea realizada escribir número de la orden de trabajo, de igual manera en este campo anotar cualquier tipo de observaciones que se tenga por parte de la persona que realizó el trabajo.

3.1.6 Orden de trabajo. Formato establecido para el control y seguimiento de las tareas: correctivas, correctivas planeadas y preventivas que realice el personal de mantenimiento. Compuesto por;

- ✓ Fecha
- ✓ Equipo
- ✓ COD, código del equipo
- ✓ Especificar qué tipo de mantenimiento va a realizar, de acuerdo a la siguiente explicación

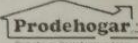
Correctivo. Aquellas fallas que lleven a un paro completo del equipo, por lo tanto, es necesario corregir la falla lo más rápido posible; de acuerdo a como estas fallas afecten los niveles de producción o atenten con la seguridad del personal, medio ambiente, etc. Se organizan según la prioridad.

Correctivo planeado. Cuando se evidencia una falla y no es necesario corregirla inmediatamente, sin embargo, se programa una fecha (Fecha Programada) para realizar las correcciones necesarias y así asegurar un buen funcionamiento del equipo.

Preventivo. Aquellas tareas programadas que se sugieren realizar con una frecuencia determinada para evitar y disminuir las fallas en los equipos.

- ✓ Descripción del trabajo. En el recuadro blanco describir detalladamente y de la manera más resumida el tipo de trabajo que se hizo y los procesos utilizados para poder realizarlo, Fecha/Hora Inicio y Fecha/Hora Fin donde se indica el tiempo tomado para arreglar el equipo; se da la opción de fecha puesto que hay trabajos que toman más de un día en ser terminados debido a que se puede requerir solucionar una falla de mayor prioridad o que la falla presente tenga una gran complejidad
- ✓ Tabla de Repuestos. Está tabla se creó en el formato para el control y registro de los elementos utilizados, allí se debe diligenciar el Nombre o clasificación del repuesto, la Cantidad utilizada y el Precio. Esta tabla indica los Costos presentes en la falla trabajada
- ✓ Observaciones, comentarios acerca del trabajo realizado
- ✓ Zona de firmas, compuesta por quien generó la orden, la persona que la realizó y por último la persona que recibe satisfactoriamente el trabajo realizado

Formato 6. Orden de trabajo



## ORDEN DE TRABAJO

Versión 01

Fecha: 10/20/17

COD: 601 #01

Mantenimiento Correctivo Planeado

Mantenimiento Correctivo

Mantenimiento Preventivo

Fecha programada: \_\_\_\_\_

Descripción del trabajo a realizar.

*Se reconstruyó; se modificó el soporte de disjuntor  
se desmontó el desmontaje de la sujeción  
Fue una sola pieza,  
de producción*

Fecha/Hora Inicio	6:30 AM
Fecha/Hora Fin	10 AM

#	Repuestos	Cantidad	Precio
01	<i>Soporte se modificó y se produjo</i>	1	
02			
03			
04			
05			
<b>TOTAL</b>			

Observaciones: *Que donde fue sí onal*

Generó: \_\_\_\_\_

Realizó: \_\_\_\_\_

Revisó: \_\_\_\_\_

260000




### 3.2 ELABORACIÓN PLAN DE MANTENIMIENTO SISTEMÁTICO

Los equipos requieren de un proceso sistemático por medio del cual se puedan evidenciar fallas o elementos a inspeccionar antes de que presenten fallas que lleguen a una alta complejidad y perjudiquen drásticamente la producción. En el Formato 3 titulado Manual de Tareas de Mantenimiento se tiene en cuenta estas rutinas básicas con el fin de evitar esta problemática.

Estas rutinas de inspección, lubricación, ajuste y limpieza no logran evitar que se presenten paradas de tipo correctivas, pero buscan disminuir fallas que se vean relacionadas con estos aspectos. El operario a cargo de los equipos puede realizar varias de estas rutinas, sin embargo, otras requieren de un trabajo más detallado que es realizado por medio del personal del área de mantenimiento. El siguiente cuadro muestra un plan de mantenimiento sistemático aplicado a la cortadora de lámina, teniendo en cuenta la descripción del formato en el capítulo 3.1. El anexo B comprende el resto de actividades propuesta para los demás equipos.

Cuadro 17. Plan de mantenimiento sistemático

Programa mantenimiento Prodehogar Ltda.			
Manual tareas de mantenimiento Cortadora de lámina			
Actividad	Procedimiento		
Inspección y Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconectar el equipo.</li> <li>• Al iniciar jornada:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar inspección visual del equipo, el estado de las correas y las poleas del sistema transmisión, para notar si se presenta algún desgaste en los elementos mencionados.</li> </ul> </li> <li>• Al finalizar jornada:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Haciendo uso de bayetillas o una brocha realizar una limpieza detallada al equipo, dejando las superficies limpias.</li> </ul> </li> </ul>		
	Persona a Cargo		Operario.
	Frecuencia		Diario.
Código	M1	Tiempo estimado	5 minutos c/u
<b>Observaciones:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer uso de los elementos de seguridad industrial dotados. (Botas, gafas, tapa oídos, tapa bocas, guantes, etc.)</li> <li>• Notificar al personal de mantenimiento cualquier tipo de falla evidenciada.</li> <li>• La inspección y limpieza al finalizar la jornada duran aproximadamente 5 minutos cada uno en ser realizadas.</li> </ul>			

Cuadro 17. (Continuación)

Actividad		Procedimiento	
Engrase Partes Externas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconectar el equipo.</li> <li>• Engrasar los elementos externos del equipo.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Barras guía.</li> <li>➤ Tornillos de sujeción.</li> </ul> </li> </ul>		
	Persona a Cargo		Operario
	Frecuencia		1 Semana
Código	L1	Tiempo estimado	9 minutos
Observaciones:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer uso de los elementos de seguridad industrial dotados. (Botas, gafas, tapa oídos, tapa bocas, guantes, etc.)</li> <li>• Lubricantes sugeridos en el manual ZG-3 y N46.</li> </ul>			
Actividad		Procedimiento	
Engrase Partes Internas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconectar el equipo.</li> <li>• Engrasar los elementos internos del equipo.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bujes elementos de transmisión. (Poleas y Engranés)</li> <li>➤ Pasador del freno.</li> <li>➤ Engrase o lubricación de los piñones.</li> </ul> </li> </ul>		
	Persona a Cargo		Personal de Mantenimiento.
	Frecuencia		5 Semanas
Código	L2	Tiempo estimado	15 minutos
Observaciones:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer uso de los elementos de seguridad industrial dotados. (Botas, gafas, tapa oídos, tapa bocas, guantes, etc.)</li> <li>• Lubricantes sugeridos en el manual ZG-3 y N46.</li> </ul>			
Actividad		Procedimiento	
Ajustes Mecánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconectar el equipo.</li> <li>• Haciendo uso de las herramientas adecuadas apretar de acuerdo al torque sugerido por el manual del equipo; todos los elementos mecánicos del equipo, principalmente de los sistemas de transmisión y cuchillas de corte.</li> <li>• Conectar nuevamente y revisar el funcionamiento de los elementos para una posible corrección.</li> <li>• Verificar el estado de los elementos transmisión de potencia.</li> </ul>		
	Persona a Cargo		Personal de Mantenimiento.
	Frecuencia		13 Semanas
Código	M2	Tiempo estimado	45 minutos
Observaciones:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer uso de los elementos de seguridad industrial dotados. (Botas, gafas, tapa oídos, tapa bocas, guantes, etc.)</li> <li>• Llevar al sitio de trabajo las herramientas necesarias para llevar a cabo el procedimiento.</li> <li>• Llevar copia del manual del equipo para verificar los valores de ajuste.</li> </ul>			

Cuadro 17. (Continuación)

Actividad		Procedimiento	
Revisión Eléctrica. (Ajustes y/o cambios de conexiones o cables)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconectar el equipo.</li> <li>• Destapar tapa conexiones del motor.</li> <li>• Verificar el estado de la conexión, ajustar de ser necesario.</li> <li>• Volver a tapar.</li> <li>• Destapar tablero de conexiones del equipo.</li> <li>• Verificar por medio del multímetro el estado de los cables y sus conexiones, ajustar y/o cambiar de ser necesario. (Según especificaciones del manual)</li> <li>• Volver a tapar el tablero.</li> </ul>	
		Persona a Cargo	Personal de Mantenimiento.
		Frecuencia	26 semanas
Código	E1	Tiempo estimado	
Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer uso de los elementos de seguridad industrial dotados. (Botas, gafas, tapa oídos, tapa bocas, guantes, etc.)</li> <li>• Herramienta necesaria: Multímetro.</li> <li>• Llevar copia del manual del equipo para verificar los valores estándar de la conexión.</li> </ul>			
Actividad		Procedimiento	
Revisión Motor Eléctrico		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconectar el equipo.</li> <li>• Desmontar tapa superior del motor. <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar limpieza.</li> <li>➤ Estado visual del embobinado.</li> <li>➤ Estado visual rodamientos.</li> </ul> </li> <li>• Montar de nuevo en el equipo.</li> </ul>	
		Persona a Cargo	Personal de Mantenimiento.
		Frecuencia	52 semanas
Código	E2	Tiempo estimado	
Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer uso de los elementos de seguridad industrial dotados. (Botas, gafas, tapa oídos, tapa bocas, guantes, etc.)</li> </ul>			
Actividad		Procedimiento	
Afilas Cuchillas		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitar visita técnica para afilar las cuchillas del equipo.</li> </ul>	
		Persona a Cargo	Contratista.
		Frecuencia	52 semanas
Código	M3	Tiempo estimado	
Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener acompañamiento continuo por parte de alguna persona perteneciente al departamento de Mantenimiento.</li> </ul>			

### 3.3 APLICATIVO PLAN DE MANTENIMIENTO

La información se debe tener tanto de manera virtual como física, es por esto que se crea el aplicativo. En caso tal de realizar cambios a un determinado formato o al plan de mantenimiento establecido, se hace por medio de esta herramienta. En este solo se encuentra la información referente a documentación, control de tiempos y seguimiento de equipos, ítems que serán explicados más adelante.

La ventana principal del aplicativo se puede ver en la figura 19, por medio de macros el aplicativo permite ingresar a diferentes archivos que facilitan la búsqueda. En el anexo C se encuentra todo lo relacionado con el aplicativo.

Figura 11. Vista principal aplicativo excel



3.3.1 Documentación. Se debe seleccionar primero el área en donde se encuentra el equipo que se está buscando información, siguiente a esto surge una ventana con el listado de equipos de dicha área e hipervínculos enlazados a Ficha Técnica/Hoja de vida, Manual y Tablero de mantenimiento. Como se puede notar en las siguientes figuras;

Figura 12. Selección de área para documentación



Figura 13 . Selección documentación de acuerdo al equipo

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO / DOCUMENTACIÓN		Ficha técnica / Hoja de vida	Manual	Tablero
Soldadura	• MIG.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
	• Punto.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
	• Punto Neumática.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
	• Roldanas.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
Cortadoras	• Lámina.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
	• Manual.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
	• Neumática.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
Doblado	• Dobladoras Tubería.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
	• Dobladoras Varilla.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
Punzonado	• Punzonadoras.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
Taladros Columna	• Taladros.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
Troquelado	• Troqueladoras.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
Otros	• Compresor.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
	• Esmeriles.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
	• Enderezador Varilla.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
	• Motobomba.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
	• Perfiladora.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>
	• Torno Revolver.	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>	<a href="#">Ver</a>



Productos de Calidad para su hogar

[Volver](#)

El link “ver” dirige a un nuevo archivo donde se encuentra recopilada esta información.

3.3.2 Control. La opción Control dirige a una nueva ventana con 3 nuevas opciones;

Figura 14. Control plan de mantenimiento

## CONTROL

---

Seleccione: [Cronograma](#)

[Registro Tiempos](#)

[Reporte de Tareas Correctivas](#)



Productos de Calidad para su hogar

[Volver](#)

- ✓ Cronograma, explicado en el siguiente numeral 3.4
- ✓ Registro de tiempos. Por medio de los formatos de control y con el uso de esta herramienta se pueden clasificar los elementos de acuerdo a las variables que permiten el cálculo de los indicadores propuestos

Reporte equipo Minutas. Disponibilidad o tiempo en uso de la máquina

Reporte Tareas Programadas. Todas las actividades descritas en el instructivo de mantenimiento, es decir paradas programadas

Reporte de fallas

Figura 15. Registro de tiempos

REPORTE EQUIPO MINUTAS				REPORTE TAREAS PROGRAMADAS				REPORTE DE FALLAS				
N° Registro		001776		N° Registro		001951		N° Registro		000039		
Fecha				Fecha				Fecha				
Operario				Operario				Operario				
Equipo				Equipo				Equipo				
Tiempos	Operación				Actividad				Descripción Falla			
	Paradas Programadas				Paradas Programadas							
		Guardar				Guardar				Guardar		
Calculadora	14:10											
	16:30		HR		MIN							
	2:20		2,33		140							
Observaciones: 1. Digitar solo las casillas en blanco. 2. Manejar todos los Tiempos en MINUTOS. 3. En la casilla de Equipo solo digitar la parte central del código ( Iniciales Equipo + Consecutivo). 4. Los días martes se trabajan 30 minutos más, tener en cuenta para el tiempo de operación del equipo. 5. Tener en cuenta como parada programada: - La sección de pintura solo tiene una parada de 30 minutos diaria. - Parada diaria de 7 minutos a las 9:00 am. - Parada diaria de 30 minutos a las 12:00 m. - Parada diaria de 15 minutos a las 2:52 pm. - Parada de 15 minutos todos los viernes a las 4:15 pm (Aseo General).												
										SALIR		

- ✓ Reporte de Tareas correctivas. Todas aquellas tareas correctivas o paradas no programadas

Figura 16. Reporte tareas no programadas

REPORTE TAREAS NO PROGRAMADAS																													
N° Registro		000059																											
Fecha																													
Tipo de Mantenimiento																													
Equipo																													
Actividad Realizada																													
Realizó																													
Fecha Inicio.																													
Fecha Fin.																													
Tiempo Utilizado																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tipo de repuesto // Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Repuesto 01</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Precio 01</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Repuesto 02</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Precio 02</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Repuesto 03</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Precio 03</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Repuesto 04</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Precio 04</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>												Tipo de repuesto // Cantidad		Repuesto 01		Precio 01		Repuesto 02		Precio 02		Repuesto 03		Precio 03		Repuesto 04		Precio 04	
Tipo de repuesto // Cantidad																													
Repuesto 01																													
Precio 01																													
Repuesto 02																													
Precio 02																													
Repuesto 03																													
Precio 03																													
Repuesto 04																													
Precio 04																													
										Observaciones 1. El número de orden corresponde al número de registro 2. Digitar solo las casillas en blanco. 3. En la casilla de Actividad Realizada, luego de describir el trabajo realizado mencionar la persona que realizó dicho trabajo. 4. En la casilla de Equipo solo digitar la parte central del código (Iniciales Equipo + Consecutivo). 5. Manejar todos los Tiempos en MINUTOS.																			

Al momento de diligenciar el aplicativo de reporte de tareas no programadas y dar un efectivo guardado, automáticamente se diligencia un nuevo formato de reporte de estas tareas, para obtener un mejor manejo de la información y no se pierda ningún dato importante.

Figura 17. Reporte tareas de mantenimiento no programadas

REPORTE TAREAS DE MANTENIMIENTO NO PROGRAMADAS										
N° Registro	Fecha	Tipo de Mantenimiento	Equipo	Actividad Realizada	Realizó	Fecha Inicio.	Fecha Fin.	Tiempo Utilizado	Repuesto 01	Precio 01
000184	01/12/2017	PREVENTIVO	SSF01	tension de correas, limpieza y lubricacion en general	Hernando Bermudez	01/12/2017	01/12/2017	60	-	-
000183	01/12/2017	PREVENTIVO	TMU01	corrigo funcionamiento, limpieza y lubricacion en general	Hernando Bermudez	01/12/2017	01/12/2017	60	-	-

3.3.3 Seguimiento de Equipos. Tener un control de los activos en planta, es decir equipos dados de baja y los que se encuentren inactivos;

Figura 18. Seguimiento de equipos


## SEGUIMIENTO DE EQUIPOS

---

Seleccionar para agregar o revisar los equipos dados de baja.

[Equipos de Baja](#)

[Equipos Inactivos.](#)



### 3.4 CRONOGRAMA TAREAS DE MANTENIMIENTO

De acuerdo con el instructivo de mantenimiento para cada equipo, se determinan las actividades que se debe realizar y la persona a cargo. Para poder ver el cumplimiento de dichas actividades en las fechas y frecuencias acordadas, se realizó un cronograma, que por medio de un formato condicional y una tabla de colores verifica su cumplimiento. (Ver cronograma general en el anexo D)

Los colores que fueron utilizados son explicados a continuación;

- ✓ Verde: Realizada el día correspondiente

- ✓ Amarillo: Pendiente o sin realizar, con respecto a la fecha acordada
- ✓ Rojo: Actividad reprogramada, se realizó en una fecha que no era la acordada

Teniendo en cuenta el formato de tablero de control y el cronograma general, se realiza una comparación de lo planeado versus lo realizado. La codificación estipulada de acuerdo al grupo de actividad permite realizar dicha comparación, vale la pena aclarar que en el cronograma solo se tiene en cuenta las actividades realizadas por el personal de mantenimiento.

Este elemento nos permite reprogramar las actividades de acuerdo a las necesidades, es decir que permite un seguimiento a los equipos críticos de una forma eficaz (Ver cuadro18).

### 3.5 CAPACITACIONES

La capacitación del plan de mantenimiento desarrollado se realizó en dos grupos, uno dirigido a los operarios y el otro para el personal relacionado con el mantenimiento. La presentación PowerPoint se encuentra adjunta en el anexo E, y el documento del acta de la capacitación donde se consta la entrega de los formatos se adjunta en el anexo F.

En la capacitación de los operarios se realizó entrega de la ficha técnica del equipo, tableros tareas de mantenimiento para cada equipo y el manual de tareas de mantenimiento correspondientes a cada equipo. Igualmente se explicó el manejo de los nuevos formatos implementados. La recolección del formato seguimiento tareas de mantenimiento para la gestión y control por medio del aplicativo se realiza semanalmente.

Para el caso del personal de mantenimiento la capacitación abarcaba temas más específicos, como el manejo de los aplicativos desarrollados y el funcionamiento de las órdenes de trabajo, además de los procesos a realizar cuando ingrese un nuevo equipo en planta.


### 3.6 EXPERIENCIA Y EVALUACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN

Poder lograr crear una cultura de cuidado y hacer partícipes a todo el personal en la implementación del plan de mantenimiento requiere de tiempo. Se presentaron dificultades al inicio de la implementación puesto que se genera un trabajo extra tanto para los operarios como para el personal de mantenimiento.


Hacer un seguimiento continuo fue necesario para diligenciar los formatos requeridos, estar pendiente de las dudas y demás problemáticas que se presentarán para dar soluciones rápidas y en algunos casos mejoras a lo ya implementado.




Cuadro 18. Cronograma tareas de mantenimiento

				Pendiente	Inicio	<b>CRONOGRAMA TAREAS DE MANTENIMIENTO</b>												
				Realizada	Fin													
				Reprogramada														
				Número Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Fecha Inicio Semana	27 / 03	03 / 04	10 / 04	17 / 04	24 / 04	01 / 05	08 / 05	15 / 05	22 / 05	29 / 05	05 / 06	12 / 06	19 / 06					
Equipo	Actividad	Fecha Inicio	Frecuencia Sem.															
010	COL01	03	M2	19/04/2017	13				X									
010	COL01	03	E1	12/02/2018	52													
010	COL01	03	M3	12/02/2018	52													
010	TRO06	03	M2	01/05/2017	13						X							
010	TRO06	03	E1	01/05/2017	52						X							
010	TRO09	02	M2	24/04/2017	13					X								
010	TRO09	02	E1	24/04/2017	52					X								

Cuadro 18. (Continuación)

						<h2 style="text-align: center;">CRONOGRAMA TAREAS DE MANTENIMIENTO</h2>													
				Pendiente	Realizada														
		Número Semana		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
		Fecha Inicio Semana		26 / 06	03 / 07	10 / 07	17 / 07	24 / 07	31 / 07	07 / 08	14 / 08	21 / 08	28 / 08	04 / 09	11 / 09	18 / 09			
Equipo	Actividad	Fecha Inicio	Frecuencia Sem.																
010	COL01	03	M2	19/04/2017	13				X										
010	COL01	03	E1	12/02/2018	52														
010	COL01	03	M3	12/02/2018	52														
010	TRO06	03	M2	01/05/2017	13					X									
010	TRO06	03	E1	01/05/2017	52														
010	TRO09	02	M2	24/04/2017	13				X										
010	TRO09	02	E1	24/04/2017	52														

Cuadro 18. (Continuación)

				Pendiente		<h2 style="text-align: center;">CRONOGRAMA TAREAS DE MANTENIMIENTO</h2>												
				Realizada														
		Reprogramada																
		Número Semana		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39		
		Fecha Inicio Semana		25 / 09	02 / 10	09 / 10	16 / 10	23 / 10	30 / 10	06 / 11	13 / 11	20 / 11	27 / 11	04 / 12	11 / 12	18 / 12		
Equipo	Actividad	Fecha Inicio	Frecuencia Sem.															
010	COL01 03	M2	19/04/2017	13			X											
010	COL01 03	E1	12/02/2018	52														
010	COL01 03	M3	12/02/2018	52														
010	TRO06 03	M2	01/05/2017	13					X									
010	TRO06 03	E1	01/05/2017	52														
010	TRO09 02	M2	24/04/2017	13				X										
010	TRO09 02	E1	24/04/2017	52														

#### 4. SELECCIÓN DE ÁREAS CRÍTICAS

De las áreas anteriormente vistas que conforman la empresa, se ejecutó un comparativo (Cuadro 19) de los registros realizados en el aplicativo desarrollado en Excel; el cual se explica en el capítulo de implementación, dando los siguientes resultados.

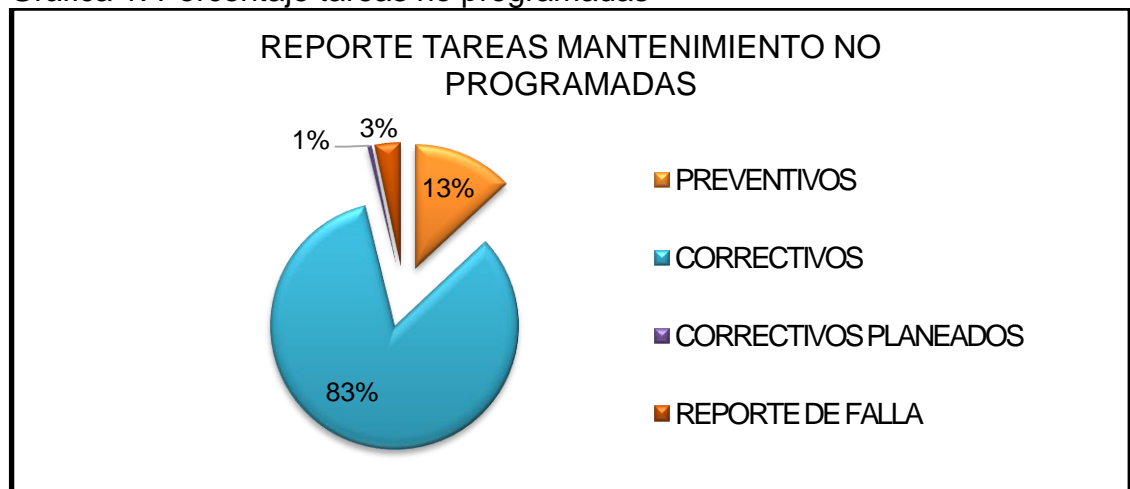
Estos registros describen el tipo de mantenimiento, en donde por cada uno, se correlacionan el total de registros de tareas no programadas y su respectivo tiempo, en un periodo de un año.

Cuadro 19. Tareas no programadas

Reporte tareas de mantenimiento no programadas		
Tipo mantenimiento	Total Registros	Total Tiempos Registrados (minutos)
Preventivos	24	2.238
Correctivos	153	39.263
Correctivos planeados	1	105
Reporte de falla	6	20

Se observa a simple vista que la gran mayoría de registros se encuentran en mantenimientos correctivos en comparación a los demás tipos de mantenimiento. Esto como conclusión define que, en términos del tiempo registrado, hay una gran parte de tiempo en la que se desarrollan estos procesos correctivos generando poca eficiencia en los mismos y un efecto en el indicador de mantenibilidad directo. Se detalla en aproximadamente 39.263 minutos lo cual equivale a 654,4 horas en solo mantenimiento correctivo o 27,3 días de trabajo para acciones correctivas.

Gráfica 1. Porcentaje tareas no programadas



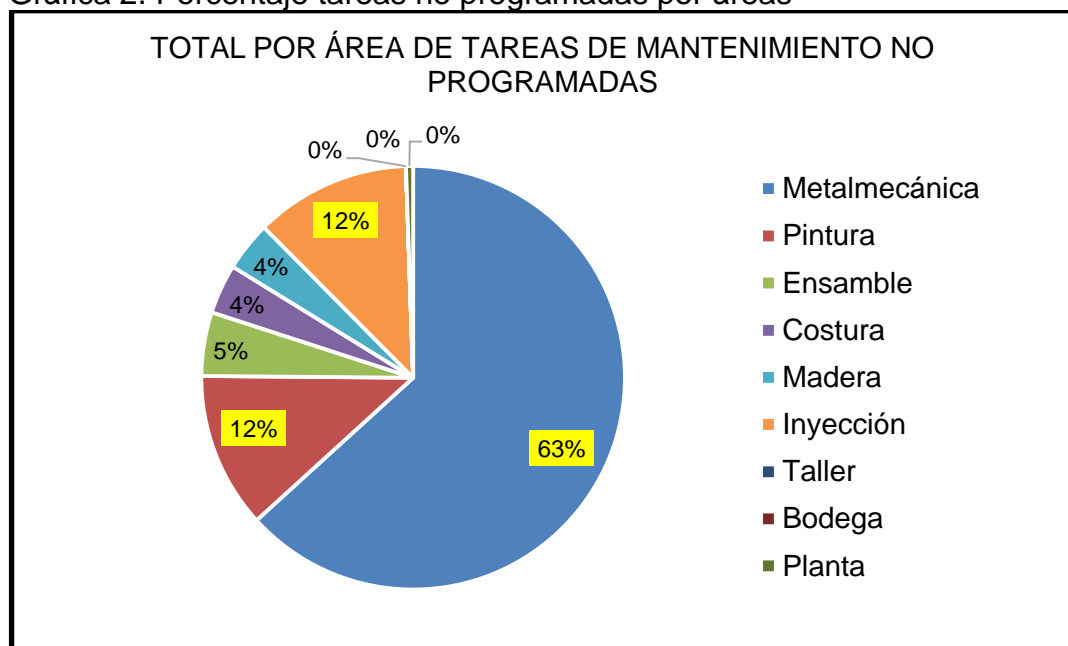
A continuación, se describe un cuadro en donde se detalla por áreas las tareas de mantenimiento no programadas, esto con el fin de poder encontrar las áreas de la empresa más críticas según los reportes de los diferentes mantenimientos practicados.

Cuadro 20. Reporte específico según área

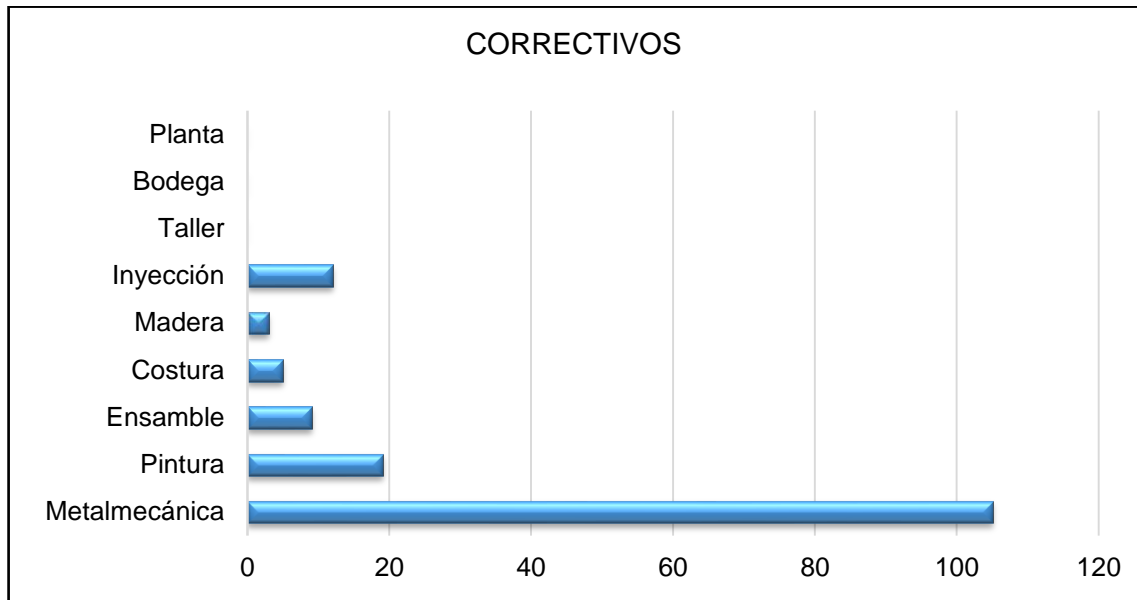
Reporte Específico Según Área Tareas de Mantenimiento no Programadas					
Área	Preventivos	Correctivos	Correctivos planeados	Reportes falla	Total
Metalmecánica	8	105	0	4	117
Pintura	1	19	0	2	22
Ensamble	0	9	0	0	9
Costura	1	6	0	0	7
Madera	3	3	1	0	7
Inyección	10	12	0	0	22
Taller	0	0	0	0	0
Bodega	0	0	0	0	0
Planta	1	0	0	0	1

Según el cuadro 20. se encuentra que metalmecánica tiene el mayor registro de tareas no programadas, y un equilibrio de registros en las áreas de pintura e inyección. Para un análisis más detallado y escoger una de las dos áreas, se especifica cuál tiene o presenta mayor reporte de tareas correctivas, para generar un análisis más específico de impacto operacional y crítico.

Gráfica 2. Porcentaje tareas no programadas por áreas



Gráfica 3. Mantenimientos correctivos



A partir de la gráfica 3. se observa que el área de pintura presenta una mayor cantidad de registros correctivos en comparación al área de inyección, por esta razón se justifica la selección de las dos áreas a trabajar en este proyecto de grado.

## 5. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS

En la determinación de un análisis crítico<sup>4</sup>, se involucran herramientas específicas las cuales permiten identificar y jerarquizar la importancia de los activos en una instalación o en este caso de una empresa manufacturera. En otras palabras, el proceso de análisis de criticidad ayuda a determinar la importancia y las consecuencias de los eventos potenciales de fallos de los sistemas de producción dentro del contexto operacional en el cual se desempeñan.

Para el siguiente análisis se tuvieron en cuenta los formatos de mantenimiento diligenciados por personal autorizado de la empresa Prodehogar Ltda. Todos estos formatos fueron ingresados a un archivo de Excel con el fin de poder tener un registro actual de cada movimiento y que este historial no se pierda en un evento futuro.

### 5.1 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS

Se investigaron los modelos más adecuados para el análisis del proyecto<sup>5</sup>, en donde se caracterizan los modelos semicuantitativos de criticidad total por riesgo y

5.1.1 Modelo de criticidad semicuantitativo “CTR”. El modelo de Criticidad Total por Riesgo (CTR) presentado a continuación, es un proceso de análisis semicuantitativo, bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo, entendido como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad del mismo (ver el concepto PRN: Probability Risk Number, en Jones, 1985). Este método ha sido ampliamente desarrollado por consultoras y empresas internacionales (Woodhouse, 1.996) y adaptado a un número importante de industrias.

A continuación, se presentan de forma detallada, las expresiones utilizadas para jerarquizar los sistemas a partir del modelo CTR;

$$CTR = FF \times C$$

Donde;

CTR: Criticidad total por Riesgo

FF: Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado (fallos/año))

---

<sup>4</sup> CRESPO MÁRQUEZ, Adolfo, Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos, Sevilla, 2017

<sup>5</sup> PARRA LOPÉZ, Carlos Rolando, Mantenimiento centrado en confiabilidad, Sevilla, 2005

C: Consecuencias de los eventos de fallos

Donde; (C), se obtiene a partir de la siguiente expresión;

$$C = (IO \times FO) + CM + SHA$$

Donde;

IO: factor de impacto de la producción

FO: factor de flexibilidad operacional

CM: factor de costos de mantenimiento

SHA: factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente

A partir de lo anterior se pueden estipular las diferentes variables dentro de un análisis de criticidad, generando así un paso a paso para el objetivo de la matriz de criticidad.

5.1.1.1 Frecuencia de falla. Con este criterio se evaluó el estado de cada uno de los equipos que intervienen en los procesos de producción de la empresa, de acuerdo al número de fallas presentadas en un periodo aproximado de 8 a 9 meses, este criterio se basó en un histórico realizado por los empleados a cargo de la información dada por subalternos, quienes, con la labor de llenado de nuevos formatos de mantenimiento, se logra la recopilación de dicha información.

Este criterio se puede estandarizar mediante una escala de acuerdo al tipo de frecuencia, representada de la siguiente manera;

Cuadro 21. Escala de frecuencia de falla

Criterio	Valor
Frecuente: mayor o igual a 5 eventos al año	4
Promedio: entre 3 y 4 eventos al año	3
Bueno: 2 eventos al año	2
Excelente: al menos 1 evento al año	1

5.1.1.2 Impacto operacional. A partir de este criterio, los impactos se pueden evaluar a medida que se presente u ocurra una falla en un equipo. El impacto operacional se desarrolló con la información recopilada de reporte de fallas, durante el tiempo de implementación de aproximadamente 8 a 9 meses.

Este criterio se puede estandarizar mediante una escala de acuerdo al tipo de falla presentada y que impacto genera en la producción, representada a continuación;



**Cuadro 22. Escala impacto operacional**

Criterio	Valor
Pérdidas de producción superiores al 75%	10
Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%	7
Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%	5
Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%	3
Pérdidas de producción menor al 10%	1

5.1.1.3 Flexibilidad operacional. En este criterio se analizó la opción de tener un activo de reserva que cumpla con los requerimientos para cubrir la línea de producción afectada.

Este criterio se puede estandarizar mediante una escala de acuerdo a la opción de tener equipos de reserva para cubrir determinadas fallas o paradas en las diferentes líneas de producción, representada de la siguiente manera;

**Cuadro 23. Escala flexibilidad operacional**

Criterio	Valor
No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes	4
Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios	2
Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	1

5.1.1.4 Costos de mantenimiento. Este criterio viene dado por los costos que fueron registrados en los formatos de registro financiero, ubicados en el anexo G. Para este análisis se tuvo en cuenta los costos de los repuestos y la mano de obra extra de las empresas contratadas para las labores de mantenimiento correctivo.

Este criterio se puede estandarizar mediante una escala de acuerdo a los costos implicados mensualmente, representada de la siguiente manera;

**Cuadro 24. Escala costos de mantenimiento**

Criterio	Valor
Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a \$ 500.000	2
Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a \$ 500.000	1

5.1.1.5 Impacto de seguridad, ambiente e higiene. Este criterio evalúa el impacto a la seguridad del empleado y el impacto ambiental cuando se presenta una falla en un equipo.

Este criterio se puede estandarizar mediante una escala de acuerdo a los daños implicados por uso de un equipo, expresando el tipo de riesgo generado, representada de la siguiente manera;

Cuadro 25. Escala impacto de seguridad, ambiente e higiene

Criterio	VALOR
Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor	8
Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración	6
Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable)	3
No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales	1

5.1.1.6 Matriz de criticidad semicuantitativo “CTR”. La matriz de criticidad mostrada a continuación, permite jerarquizar los sistemas en tres áreas;

Área de sistemas No Críticos (NC)

Área de sistemas de Media Criticidad (MC)

Área de sistemas Críticos (C)

Figura 19. Matriz de criticidad propuesta por el modelo CTR

<b>FRECUENCIA</b>	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		<b>CONSECUENCIA</b>				

Fuente: PARRA, Carlos y CRESPO, Adolfo. Métodos de Análisis de criticidad y Jerarquización de activos. En: Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. Vol. 5. Sevilla, 2.012

5.1.2 Modelo de criticidad semicuantitativo “MCR”. Consisten en métodos basados en opiniones de especialistas, cuantificando valores numéricos relativos, que permiten medir el impacto global basado en criterios técnicos y financieros para jerarquizar activos.

Este modelo está caracterizado por;

- ✓ Contener un nivel bajo de subjetividad
- ✓ Ser efectivos para jerarquizar procesos
- ✓ Requerir validación y aceptación de los resultados, estimando la desviación estándar

El modelo está basado en la estimación del factor de riesgo a través de las siguientes expresiones;

$$\text{Riesgo} = \text{FF} \times \text{C}$$

Dónde;

FF = Frecuencia de fallos (número de fallas en un tiempo determinado).

C = Consecuencias de los fallos a la seguridad, ambiente, calidad, producción, etc.

$C = (\text{Impacto en Seguridad y Medio Ambiente (SHA)} \times 0,2) + (\text{Impacto en Calidad (IC)} \times 0,2) + (\text{Impacto Producción (IP)} \times 0,2) + (\text{Impacto por Baja Mantenibilidad (BM)} \times 0,2) + (\text{Costos de Mantenimiento (CM)} \times 0,2).$

A continuación, se presentan los factores ponderados diseñados para el proceso de jerarquización de los factores de frecuencia y consecuencias de fallos;

Factor de frecuencia de fallos (FF);

Cuadro 26. Escala frecuencia de fallos

Criterio	Valor
Sumamente improbable: menos de 1 evento en 5 años	1
Improbable: 1 evento en 5 años	2
Posible: 1 evento en 3 años	3
Probable: entre 1 y 3 eventos al año	4
Frecuente: más de 3 eventos por año	5

Factores de Consecuencias;

5.1.2.1 Impacto seguridad y medio ambiente (SHA). Se definen así;

Cuadro 27. Escala impacto seguridad y medio ambiente (SHA)

Criterio	Valor
Alto riesgo de vida del personal, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico), derrames y fugas que exceden los límites permitidos	5
Riesgo de vida del personal o daños menores a la salud del personal y/o incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	3
No existe ningún riesgo de salud ni de daños ambientales	1

5.1.2.2 Impacto en producción (IP)

Cuadro 28. Escala impacto en producción

Criterio	Valor
Pérdidas de producción superiores al 75% (no hay unidades de reserva)	5
Pérdidas de producción entre el 50% y el 74% (unidades de reserva parcial)	4
Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%	3
Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%	2
Pérdidas de producción menor al 10%	1

5.1.2.3 Impacto por baja mantenibilidad (BM). Se clasifican de la siguiente manera;

Cuadro 29. Escala mantenibilidad

Criterio	Valor
No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes	5
Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios	3
Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	1

### 5.1.2.4 Impacto en costos de mantenimiento (CM).

Cuadro 30. Escala costos de mantenimiento

Criterio	Valor
Daños irreversibles al sistema, costos de reparación incluyendo materiales y hh supera en un 75% el valor del equipo	5
Costos de reposición incluyendo materiales y hh se ubican entre un 50% y el 74% del valor del equipo	4
Costos de reparación incluyendo materiales y hh, se ubican entre un 25% y el 49% del valor del equipo	3
Costos de reparación incluyendo materiales y hh, se ubican entre un 10% y el 24% del valor del equipo	2
Costos de reparación incluyendo materiales y hh, se ubican por debajo del 10% del valor del equipo	1

5.1.2.5 Matriz de criticidad – Modelo “MCR”. Los resultados de la evaluación de los factores anteriores, se presentan en una matriz de criticidad 5 x 5, donde el eje vertical está formado por cinco niveles de frecuencia de fallos, mientras que el eje horizontal está formado por cinco niveles de consecuencias de fallos. La matriz está dividida en cuatro zonas que representan cuatro niveles de criticidad;

Zonas de criticidad; B = Baja criticidad, M = Media criticidad, A = Alta criticidad, MA = Muy Alta criticidad

Figura 20. Matriz de criticidad modelo MCR

Frecuencia	5	A	MA	MA	MA	MA
	4	A	A	A	A	MA
	3	M	M	M	A	MA
	2	B	B	B	M	M
	1	B	B	B	M	M
		1	2	3	4	5
Consecuencias						

Fuente: PARRA, Carlos y CRESPO, Adolfo. Métodos de Análisis de criticidad y Jerarquización de activos. En: Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. Vol. 5. Sevilla, 2.012

## 5.2 CONSTRUCCIÓN MATRIZ DE CRITICIDAD

Para este proyecto se tomó la decisión de optar por un método de criticidad semicuantitativo modelo “CTR” en donde se evalúa la criticidad total por riesgo, descrito en el numeral 5.1.1, para poder llegar así a resultados más reales, respecto a la determinación de los equipos más críticos de la empresa.

Este modelo fue aplicado para los equipos de la empresa Prodehogar LTDA. Para lograr un barrido general de todos los que implican procesos productivos y a su vez determinar las condiciones en las que se encuentran, finalmente generando así una condición de cambio o de tomar decisiones a tiempo respecto a los equipos.

Una demostración de que este modelo es eficiente para el análisis, se aplicó principalmente en la Cortadora de Lámina (COL 01), de la siguiente manera;

- ✓ Frecuencia de falla. A partir de los registros históricos del año 2.017, la cortadora de lámina presentó 21 fallas en un periodo de un año respectivamente, dando así una ponderación con un valor de 4
- ✓ Impacto Operacional. Se determinó a partir de la importancia la cual tiene el equipo en el proceso productivo de las diferentes líneas de producción, correspondiente a un valor de 10, ya que al no tener un equipo de respaldo no se podría operar el equipo, generando así paradas de periodos de tiempo largos
- ✓ Flexibilidad Operacional. A partir de la falla del equipo, se reporta un periodo de no uso del equipo por un periodo largo, en donde no se puede reestablecer las tareas el cual involucren al equipo, por consecuencia se determina un valor de 4 ya que tampoco se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, generando tiempos de reparación y logística muy grandes
- ✓ Costos de Mantenimiento. A partir de un estudio del registro financiero se promedió el gasto mensual que se hacía en lo que a mantenimiento de equipos se refiere, determinando un valor mínimo de \$100.000 pesos colombianos y un máximo de \$1.000.000 pesos colombianos, para así dar una media o línea de vida de \$500.000 pesos colombianos por equipo de la empresa, según lo anterior se estima que el equipo genera un costo menor de \$500.000, correspondiente a un valor 2
- ✓ Impacto de seguridad. Para este equipo se analizó la gravedad del tipo de riesgo al que un empleado estaría expuesto, determinando un valor de 6, ya que este equipo representa un riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración

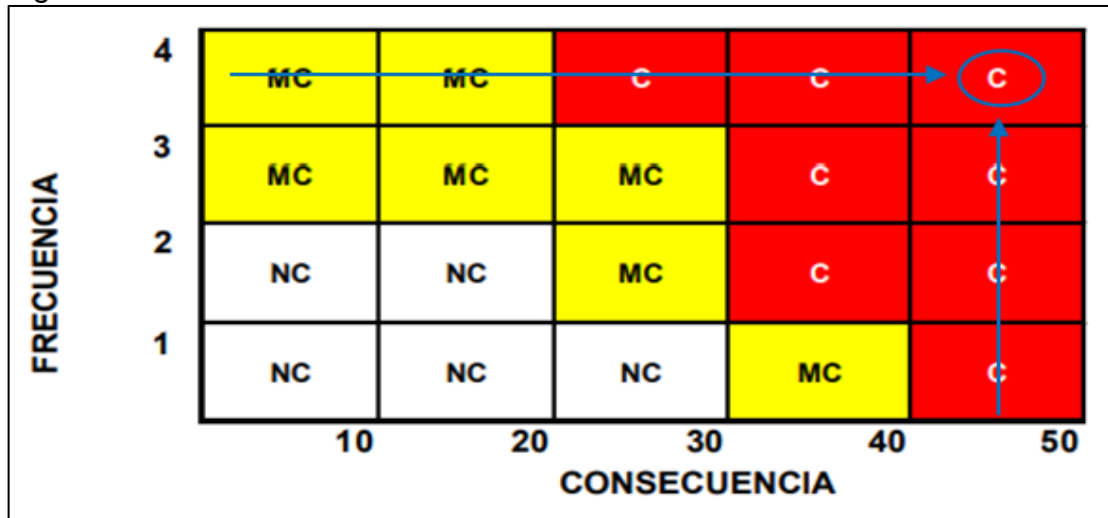
De acuerdo a lo anterior, los valores de consecuencia (C) y criticidad total (CTR) se calculan de la siguiente manera, para el caso de la cortadora de lámina;

$$C: (10 \times 4) + 2 + 6 = 48$$

$$CTR = 4 \times 48 = 192$$

En la figura 29. se realiza la intersección de los valores obtenidos de frecuencia y consecuencia de falla, de acuerdo a la zona en que estos dos puntos se crucen se puede determinar el nivel de criticidad en el que se encuentra el equipo. El cuadro 31 resume este procedimiento para los equipos de las áreas seleccionas (metalmecánica y pintura) y así determinar los equipos de alta criticidad.

Figura 21. Matriz de criticidad modelo CTR



Fuente: PARRA, Carlos y CRESPO, Adolfo. Métodos de Análisis de criticidad y Jerarquización de activos. En: Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicadas en el proceso de gestión de activos. Vol. 5. Sevilla, 2.012. Modificado por autores

Cuadro 31. Matriz de criticidad

Equipo	Código			FF	IO	FO	CM	SHA	C	CTR (Total)	Descripción
Equipo Soldadura MIG	010	ESM 01	01	2	1	2	1	3	6	12	NC
Equipo Soldadura MIG	010	ESM 02	01	1	1	2	1	3	6	6	NC
Equipo Soldadura MIG	010	ESM 03	01	1	1	2	1	3	6	6	NC
Equipo Soldadura MIG	010	ESM 04	01	1	1	2	1	3	6	6	NC
Equipo Soldadura MIG	010	ESM 05	02	3	1	2	1	3	6	18	NC
Equipo Soldadura MIG	010	ESM 06	02	1	1	2	1	3	6	6	NC
Equipo Soldadura MIG	010	ESM 07	02	1	1	2	1	3	6	6	NC
Cortadora Tubería Neumática	010	CTN 01	01	1	5	2	2	6	18	18	NC
Cortadora Tubería Neumática	010	CTN 02	01	1	5	2	2	6	18	18	NC
Cortadora Tubería Manual	010	CTM 01	01	1	1	2	2	6	10	10	NC
Cortadora Lámina	010	COL 01	03	4	10	4	2	6	48	192	C
Dobladora Hidráulica	010	DHT 01	01	1	5	2	2	6	18	18	NC
Dobladora Hidráulica	010	DHT 02	01	1	5	2	2	3	15	15	NC
Dobladora Hidráulica	010	DHT 03	01	4	5	2	2	3	15	60	MC
Punzonadoras Tubería	010	PUT 01	01	3	7	2	2	3	19	57	MC
Punzonadoras Tubería	010	PUT 02	01	4	7	2	2	3	19	76	MC
Troqueladoras	010	TRO 01	01	2	3	2	2	6	14	28	NC
Troqueladoras	010	TRO 02	01	1	7	2	2	6	22	22	NC
Troqueladoras	010	TRO 03	03	1	3	2	22	6	34	34	MC
Troqueladoras	010	TRO 04	03	3	7	2	2	6	22	66	MC
Troqueladoras	010	TRO 05	03	3	7	2	2	6	22	66	MC
Troqueladoras	010	TRO 06	03	4	10	4	2	6	48	192	C
Troqueladoras	010	TRO 07	03	2	5	2	2	6	18	36	NC
Troqueladoras	010	TRO 08	03	3	7	2	2	6	22	66	MC



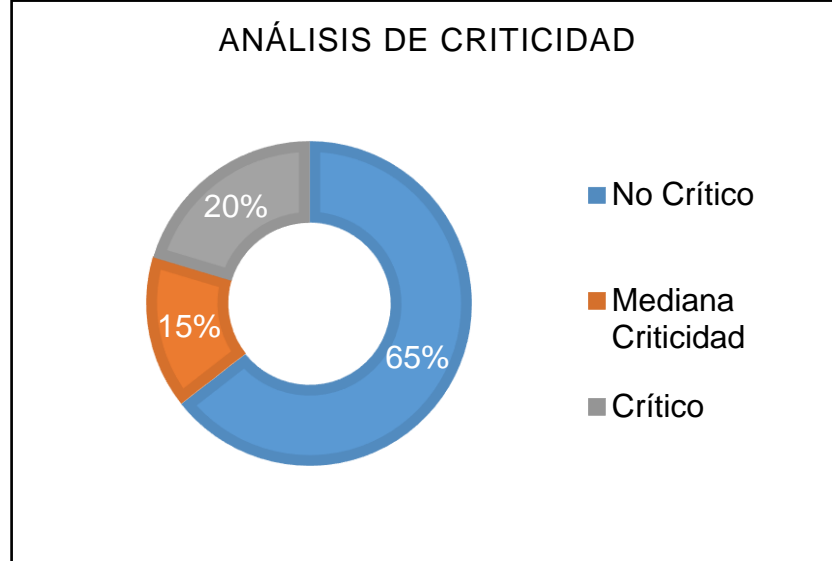
Cuadro 31. (Continuación)

Equipo	Codigo			FF	IO	FO	CM	SHA	C	CTR (Total)	Descripción
Troqueladoras	010	TRO 09	02	3	10	4	2	6	48	144	C
Troqueladoras	010	TRO 11	03	1	10	4	2	6	48	48	C
Esmeril de Banco	010	ESB 01	01	3	1	1	1	1	3	9	NC
Esmeril de Banco	010	ESB 02	02	3	1	1	1	1	3	9	NC
Taladros de Columna	010	TDC 01	01	2	1	1	1	1	3	6	NC
Taladros de Columna	010	TDC 02	01	2	7	1	1	1	9	18	NC
Taladros de Columna	010	TDC 03	01	1	3	1	1	1	5	5	NC
Taladros de Columna	010	TDC 04	01	1	1	1	1	1	3	3	NC
Taladros de Columna	010	TDC 05	02	1	3	1	1	1	5	5	NC
Taladros de Columna	010	TDC 06	02	1	7	1	1	1	9	9	NC
Soldadura Punto	010	ESP 01	02	1	1	2	1	1	4	4	NC
Soldadura Punto	010	ESP 02	02	1	1	2	1	1	4	4	NC
Soldadura Punto	010	ESP 03	02	1	1	2	1	1	4	4	NC
Soldadura Punto	010	ESP 04	02	1	1	2	1	1	4	4	NC
Soldadura Punto	010	ESP 05	02	1	1	2	1	1	4	4	NC
Soldadura Punto	010	ESP 06	02	1	1	2	1	1	4	4	NC
Soldadura Punto	010	ESP 07	02	1	1	2	1	1	4	4	NC
Soldadura por Roldanas	010	ESR 01	02	2	10	4	1	1	42	84	C
Compresor de Pistones	010	COM 01	01	1	10	4	2	3	45	45	C
Motobomba	010	MOT 01	02	1	10	2	2	1	23	23	NC
Torno	010	TOR 01	02	3	10	4	2	6	48	144	C
Dobladora Varilla	010	DOV 01	02	1	7	2	2	3	19	19	NC
Dobladora Varilla	010	DOV 02	02	1	7	2	2	3	19	19	NC
Enderezador Varilla	010	ENV 01	02	1	10	4	1	1	42	42	C

Cuadro 31. (Continuación)

Equipo	Código			FF	IO	FO	CM	SHA	C	CTR (Total)	Descripción
Horno Curado	020	HDC 01	00	1	10	4	2	1	43	43	C
Línea de Transporte	020	LTP 01	00	3	10	4	2	1	43	129	C
Túnel Lavado	020	TUP 01	00	2	10	4	2	1	43	86	C
Túnel Secado	020	TUP 02	00	3	10	4	2	1	43	129	C
Cabina con Ciclón Recuperador	020	CBP 01	00	1	7	4	2	1	31	31	MC
Cabina con Ciclón Recuperador	020	CBP 02	00	1	7	4	2	1	31	31	MC
Equipo de Pintura	020	EQP 02	00	2	7	1	1	3	11	22	NC
Equipo de Pintura	020	EQP 03	00	1	7	1	1	3	11	11	NC
Equipo de Tamizado	020	EQT 01	00	1	1	4	1	3	8	8	NC
Taladros de Columna	020	TDC 07	00	1	3	1	1	1	5	5	NC
Punzonadoras Tubería	020	PUT 03	00	1	3	4	1	1	14	14	NC

Gráfica 4. Análisis de criticidad de equipos



### 5.3 SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL ANÁLISIS DE FALLA

Respecto a los cuadros anteriores, se puede concluir que los equipos que principalmente se utilizan para las líneas de metalmecánica y pintura, son los que representan mayor nivel de criticidad, debido a que presentan mayor cantidad de frecuencia de falla y a su vez un alto impacto operacional. Por otro lado, los equipos que menor criticidad por riesgo representan son los que no tienen un uso tan alto y que no desempeñan labores de esfuerzos tanto mecánicos como de disponibilidad altos.

Por consiguiente, se determina que el listado de los equipos a analizar equivale a 12 equipos, siendo estos los que se encuentran en un nivel de alta criticidad. Estos equipos representan el 20.3% de un total de 59 equipos incluidos en las líneas de metalmecánica y pintura.

- ✓ Cortadora de lámina - COL 01
- ✓ Troqueladora - TRO 06
- ✓ Troqueladora - TRO 09
- ✓ Troqueladora - TRO 11
- ✓ Soldadura por roldanas - ESR 01
- ✓ Compresor de pistones - COM 01





- ✓ Torno - TOR 01
- ✓ Enderezador varilla - ENV 01
- ✓ Horno curado - HDC 01
- ✓ Línea de transporte - LTP 01
- ✓ Túnel lavado - TUP 01
- ✓ Túnel secado - TUP 02

5.3.1 Descripción de equipos críticos. Se realizó una descripción básica de parámetros y características principales de los equipos finalmente seleccionados, mostrados a continuación;




Cuadro 32. Listado equipos críticos

	Equipo	Descripción
Cortadora de lámina COL 01		<p>Utilizada para cortar lámina de 2,44 x 1,22 m.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibres 14, 16, 18, 22, 24.</li> </ul> <p>Funciona de manera mecánica; la cuchilla es accionada por medio de pedal</p>
Troqueladora – TRO 06		<p>Se le adaptan diferentes troqueles</p> <p>Troquelado secuencial</p> <p>Accionada mecánicamente por un pedal</p> <p>35 toneladas de presión</p>




Cuadro 32. (Continuación)

	Equipo	Descripción
Troqueladora – TRO 09		<p>Utilizada para el corte de varilla</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibres: 2,41 / 2,77 / 3 / 3,5 / 4 / 4,5 / 4,7 / 5 / 6 / 7 / 8 / 8,7 / 12 [mm]</li> <li>• Varilla Plástica de 4 / 5 [mm]</li> </ul> <p>Accionada mecánicamente por un pedal</p> <p>30 toneladas de presión</p>
Troqueladora – TRO 11		<p>Se le adaptan diferentes troqueles</p> <p>Accionada mecánicamente por un pedal</p> <p>60 toneladas de presión</p>
Soldadura por roldanas – ESR 01		<p>Trabajo de soldadura por resistencia tipo costura; tipo de electrodo utilizando la roldana</p> <p>Utilizada para la unión de la malla mesa de planchar y apoya pies metálico triciclo doble</p>
Compresor de pistones - COM 01		<p>Brinda la presión de aire necesaria para el funcionamiento de las cortadoras de tubería neumáticas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 120 psi.</li> </ul>

Cuadro 32. (Continuación)

	Equipo	Descripción
Torno - TOR 01		<p>Utilizado para tronzar varilla y corte de tubería.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibre Varilla: 7 / 8 / 8,7 [mm]</li> <li>• Tubería de 1/2" calibre</li> </ul>
Enderezador varilla - ENV 01		<p>Utilizado para enderezar rollos de varilla calibres;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2,41 [mm]</li> <li>• 2,77 [mm]</li> <li>• 3 [mm]</li> </ul>
Horno curado - HDC 01		<p>Horno industrial utilizado para realizar el proceso de curado a las piezas después de haberles aplicado pintura electrostática</p> <p>Horno industrial de llama generada en este caso por gas natural</p> <p>Control del quemador;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura máx: 195,3°C</li> <li>• Temperatura mín: 175°C</li> </ul>

Cuadro 32. (Continuación)

	Equipo	Descripción
Línea de transporte - LTP 01		<p>Circuito impulsado por un motor, encargado de trasladar las piezas a través de todo el circuito de la línea de pintura.</p> <p>Única velocidad para facilitar la aplicación de la pintura en cualquiera de las dos cabinas.</p>
Túnel lavado - TUP 01		<p>Preparación de las piezas para la pintura electrostática por medio de un baño aplicado por medio de aspersión.</p> <p>Elementos aplicados en el baño.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque 1 [1.000 lt]; Fosfodesengrasante.</li> <li>• Tanque 2 [500 lt]; Sellado</li> </ul>
Túnel secado - TUP 02		<p>Calienta las piezas a ser pintadas, realizando un proceso de secado posterior al bañado de las mismas.</p> <p>Horno industrial de llama generada en este caso por gas natural.</p> <p>Control del quemador.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura máx: 170°C</li> <li>• Temperatura mín: 160°C</li> </ul>

## 6. INDICADORES DE GESTIÓN

Partiendo de los reportes y/o registros de tareas de mantenimiento no programadas en el aplicativo de Excel, se realizó un estudio con el fin de determinar el área con mayor número de recurrencias en tareas correctivas y analizar la cantidad de tiempo consumido en dichas actividades.

Consecuentemente se establecieron indicadores básicos que definen el trabajo realizado, estos indicadores principalmente son: mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad, estos se aplicaron en cada equipo crítico, los cuales fueron seleccionados a partir de un método semicuantitativo, explicado en el capítulo anterior.

### 6.1 INDICADORES

Los indicadores<sup>6</sup> de mantenimiento son aquellos que permiten determinar el éxito o no del plan realizado. A continuación, se describen los indicadores a manejar en este proyecto.

6.1.1 Confiabilidad. Es el porcentaje de certeza que un equipo brinda respecto a su trabajo durante un periodo de tiempo sin alterar sus condiciones de trabajo; es decir asegurar que el equipo no falle y cumpla con su función en un rango de tiempo.

Figura 22. Cálculo de confiabilidad y sus variables

CONFIABILIDAD	
$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$	
TPEF	Tiempo promedio entre fallas
HROP	Horas de operación
TT	Tiempo total uso equipo
TTF	Tiempo total fallas (Paradas programadas y paradas no programadas)
$\sum NTFALLAS$	Sumatoria total de fallas (Paradas programadas y paradas no programadas)
PNP	Paradas no programadas
PP	Paradas programadas

$$HROP = TT + TTF$$

Fuente: CAMPOS L, Francisco. UNIVERSIDAD DE AMERICA Principios Mantenimiento. Bogotá, S.F, 84 P. Modificado por autores

<sup>6</sup>ICONTEC. Seguridad de funcionamiento y calidad de servicio. Mantenimiento. Guía Técnica Colombiana GTC 62. Terminología.



6.1.2 Disponibilidad. Es el tiempo total en el que mi equipo opera de una manera satisfactoria, este tiempo se calcula durante un rango determinado y se tiene en cuenta el tiempo de receso de la máquina exceptuando el tiempo de reparación por fallas.

Figura 23. Cálculo de disponibilidad y sus variables

DISPONIBILIDAD	
$DISP = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$	
DISP	Disponibilidad
TPEF	Tiempo promedio entre fallas
TPPR	Tiempo promedio para reparar

Fuente: CAMPOS L, Francisco. UNIVERSIDAD DE AMERICA Principios Mantenimiento. Bogotá, S.F, 84 P. Modificado por Autores

6.1.3 Mantenibilidad. Es el tiempo que se espera consumir para poner nuevamente un equipo en condiciones óptimas de operación, siguiendo un procedimiento establecido.

Figura 24. Cálculo de mantenibilidad y sus variables

MANTENIBILIDAD	
$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$	
TPPR	Tiempo promedio para reparar
TTF	Tiempo total fallas (Paradas programadas y paradas no programadas)
$\sum NTFALLAS$	Sumatoria total de fallas (Paradas programadas y paradas no programadas)
PNP	Paradas no programadas
PP	Paradas programadas

Fuente: CAMPOS L, Francisco. UNIVERSIDAD DE AMERICA Principios Mantenimiento. Bogotá, S.F, 84 P. Modificado por autores

## 6.2 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE GESTIÓN

Al establecer los indicadores de gestión, la idea principal es poder conseguir resultados en el tiempo en el cual fue implementado el plan, con el fin de poder analizarlos de tal modo que se encuentre un resultado, que concluya si lo trabajado ha sido un beneficio para las áreas tratadas.

Como parte de esta evaluación, se realizó un cálculo de indicadores por cada equipo crítico, en donde se tuvo en cuenta variables como: paradas no programadas (PNP), tiempo en paradas no programadas (TPNP), paradas programadas (PP) y tiempo en paradas programadas (TPP). Dichos resultados,

generan en los indicadores poder determinar un parámetro que se pueda modificar a partir de cambios en distintas actividades o tareas de mantenimiento, como lo es por ejemplo para el indicador de disponibilidad donde se determina si el equipo se encuentra en un intervalo de 1 a 100, en un rango superior de 95%<sup>7</sup> se determina que el equipo es apto en su respectiva área, y que finalmente no está generando problemas en pérdidas de producción y lo más importante que es el movimiento de dinero tanto en gastos como en ingresos.

6.2.1 Cálculos generales. A partir de los registros en el aplicativo en Excel, se filtran por equipo y arrojan resultados de las variables anteriormente mencionadas. En los siguientes cuadros se detalla el cálculo general de indicadores de mantenimiento aplicado a la cortadora de lámina, como equipo de mayor criticidad.

Cuadro 33. Variables para cálculo de indicadores para un año

PNP	22	PARADAS
TPNP	3.510	MINUTOS
PP	93	PARADAS
TPP	640	MINUTOS
TO	23.092,5	MINUTOS
	140	DIAS

De acuerdo con el cuadro anterior se realiza los cálculos siguientes;

$$\sum \text{NTFALLAS} = PNP + PP = 22 + 93 = 115$$

$$TTF = TPNP + TPP = \left( 3.510 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} \right) + \left( 640 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} \right) = 69,17 \text{ Horas}$$

$$TT = TO = \left( 23.092,5 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} \right) = 348.88 \text{ Horas}$$

<sup>7</sup> CAMPOS L, Francisco. UNIVERSIDAD DE AMERICA Principios Mantenimiento. Bogotá, S.F, 84 P.

Cuadro 34. Tiempos totales de fallas

<b>ΣNTFALLAS</b>		
	PNP	22
	PP	93
	<b>TOTAL</b>	<b>115</b>
<b>TTF</b>		<b>(HORAS)</b>
	TPNP	58,50
	TPP	10,67
	<b>TOTAL</b>	<b>69,17</b>
<b>TT</b>		<b>(HORAS)</b>
	<b>TT</b>	<b>384,88</b>

Cálculo de indicadores;

$$TPPR = \frac{TTF}{\Sigma NTFALLAS} = \frac{69,17 \text{ Horas}}{115} = 0,6014 \text{ Horas}$$

$$TPEF = \frac{HROP}{\Sigma NTFALLAS} = \frac{454,04 \text{ Horas}}{115} = 3,9482 \text{ Horas}$$

$$DISP = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR} = \frac{3,9482 \text{ Horas}}{3,9482 \text{ Horas} + 0,6014 \text{ Horas}} = 0,8678 * 100 = 86,78\%$$

Cuadro 35. Cálculo general de indicadores de gestión

<b>MANTENIBILIDAD</b>		<b>(HORAS)</b>	<b>(MINUTOS)</b>
	TTF	69,17	
	ΣNTFALLAS	115	
	TPPR	0,6014	36,09
<b>CONFIABILIDAD</b>		<b>(HORAS)</b>	<b>(MINUTOS)</b>
	HROP	454,04	
	ΣNTFALLAS	115	
	TPEF	3,9482	236,89
<b>DISPONIBILIDAD</b>			
	TEPF	3.9482	
	TPPR	0,6014	
	DISP	0,8678	
		86,78	%

6.2.2 Tendencias de los indicadores. El objetivo principal de crear las tendencias de los indicadores viene dado para observar los cambios que se van obteniendo a medida que el plan fue implementado y poder objetar los cambios, verificar qué tipo de tendencia presentan para que en dado el caso se pueda tomar una decisión que cambie ciertos parámetros establecidos con anterioridad y llegar a un punto de obtener un incremento en los porcentajes de los indicadores establecidos (ver anexo G para información de los demás periodos para cada equipo).

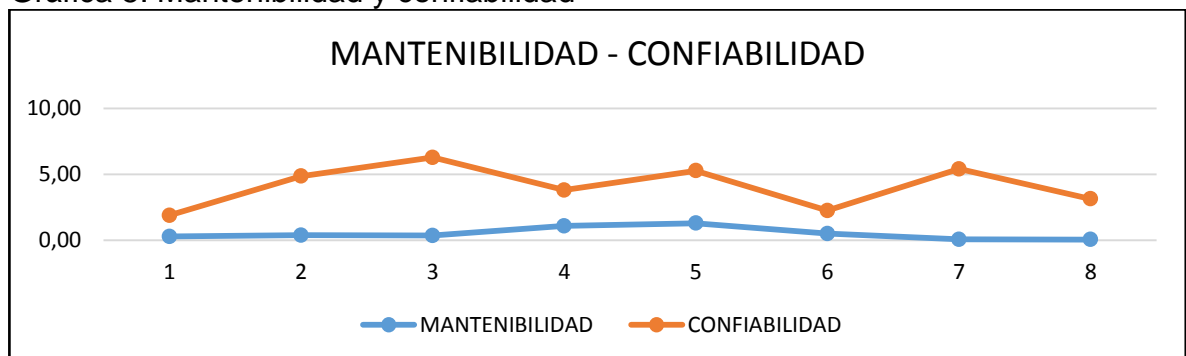
Se establecieron periodos en donde para su fecha de inicio y fin, se contarán 30 días aproximadamente, logrando así que para la mayoría de equipos se efectuaran 8 periodos en total, es decir que se evaluó en el periodo de abril a noviembre del año inmediatamente anterior. En el cuadro 36. se registran las variables por cada periodo con fecha de inicio y fin, estas vienen dadas en minutos, pero para el cálculo general del indicador se estableció de manera que se pudiera evidenciar en horas, un parámetro de mayor detalle y comparabilidad.

Cuadro 36. Consolidado de datos cortadora de lámina

	Fecha Inicio	Fecha Fin	T.O (min)	P.N.P	T.P.N.P (min)	P.P	T.P.P (min)	T.P.P.R (hr)	T.P.E.F (hr)	DISP %	
Periodos	1	23/03/2.017	22/04/2.017	1.156	2	130	10	81	0,29	1,90	86,63
	2	23/04/2.017	23/05/2.017	5.369,5	3	350	17	121	0,39	4,87	92,54
	3	24/05/2.017	23/06/2.017	4.261	2	210	10	52	0,36	6,28	94,52
	4	24/06/2.017	24/07/2.017	2.281	4	750	10	172	1,10	3,81	77,65
	5	25/07/2.017	24/08/2.017	3.346	5	1.020	9	73	1,30	5,28	80,24
	6	25/08/2.017	24/09/2.017	840	2	210	6	36	0,51	2,26	81,53
	7	25/09/2.017	25/10/2.017	2.878	0	0	9	45	0,08	5,41	98,48
	8	26/10/2.017	25/11/2.017	2.961	4	4	12	60	0,07	3,15	97,93

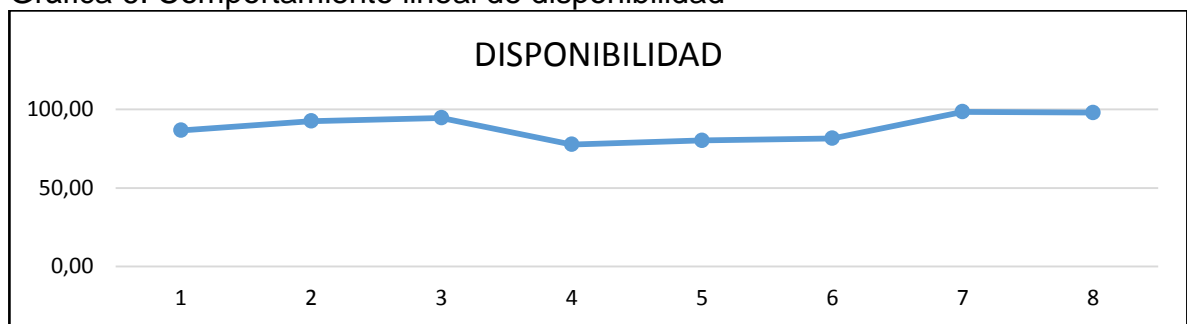
Con los resultados obtenidos, la mejor manera de resaltar la tendencia de los indicadores en tiempo real, es mostrándolos gráficamente, en donde se evidencien los cambios por cada periodo, y así mismo poder establecer donde se obtuvo un mayor o menor resultado. En la siguiente gráfica se puede observar el comportamiento de la mantenibilidad y confiabilidad en el periodo de 8 meses.

Gráfica 5. Mantenibilidad y confiabilidad



De forma individual se detalla el indicador de disponibilidad en la gráfica 6. donde se encuentra que en diferentes periodos se tiene una alta disponibilidad del equipo, pero que, en contraste con otros, más específicamente en el periodo 4, 5 y 6 se encuentran un gran cambio dando como resultado un descenso de este indicador. En relación a el objetivo principal de estas tendencias, para este equipo se encontraron fallas en donde el tiempo empleado para ellas fue demasiado alto, es decir que, para un análisis más profundo, se puede ir específicamente a esos meses y revisar las tareas de mantenimiento efectuadas y corroborar si se hicieron a cabalidad o si estas fueron realizadas de manera correcta por el personal a cargo.

Gráfica 6. Comportamiento lineal de disponibilidad



Como complemento del cuadro 36, se elaboró un nuevo cuadro auxiliar donde se especifica por periodo las fechas de operación, paradas establecidas, fechas y tiempos de las paradas no programadas, así como también para las paradas programadas. Esto con el fin de encontrar una relación entre el registro real de fechas por periodo y sus variables. Al final de cada cuadro por periodo se detalló el total de tiempo en las paradas programadas (TPP) y no programadas (TPNP), así mismo para el total de las mismas.

El tiempo total de operación (TO), viene dado por el tiempo de operación menos las paradas establecidas como descansos, hora de almuerzos y demás eventos programados por la empresa. Tanto las paradas no programadas como paradas programadas vienen dadas en minutos con el fin de tener un patrón más fácil de manejar debido a que se trabaja con tiempos relativamente cortos. Las celdas sombreadas en amarillo correlacionan los valores indicados en el cuadro 36 para que todo procedimiento de registro tenga un enlace entre los mismos.

A continuación, se muestra la elaboración del cuadro 37 y sus debidos registros en el periodo 1, el cual comprende las fechas desde el 23 de marzo a 22 de abril de 2.017.

Cuadro 37. Consolidado de variables periodo 1

	Fecha	Operación (min)	Paradas Establecidas (min)	Total (min)	Fecha	Tiempo Utilizado (min)	Fecha	Tiempo Utilizado (min)
Periodo 1	28/03/2.017	45	0	45	18/04/2017	60	28/03/2.017	12
	29/03/2.017	80	30	50	19/04/2017	70	29/03/2.017	8
	30/03/2.017	95	0	95			30/03/2.017	8
	03/04/2.017	315	45	270			03/04/2.017	8
	05/04/2.017	75	7	68			04/04/2.017	10
	18/04/2.017	180	15	165			05/04/2.017	7
	18/04/2.017	185	30	155			06/04/2.017	7
	19/04/2.017	180	7	173			07/04/2.017	8
	21/04/2.017	135	0	135			10/04/2.017	7
							21/04/2.017	6
				TO	1.156	TPNP	130	TPP
					PNP	2 paradas	PP	10 paradas

Los periodos del 2 al 8 del análisis de la cortadora de lámina se encuentran adjuntados en el anexo G, así como también para cada equipo crítico determinado anteriormente.

## 7. ANÁLISIS DE FALLA

Luego de haber realizado el proceso detallado para la obtención de los equipos críticos, medianamente críticos y no críticos; se hace énfasis en los equipos críticos, los cuales suman un listado de 12 equipos, distribuidos en dos líneas de producción principalmente, definidas por metalmecánica y pintura, en donde a simple vista durante un periodo laboral se pueden encontrar una gran cantidad de fallas e inconvenientes procedentes de dichas líneas.

Ahora un análisis detallado y enfocado a los modos y efectos de las fallas producidas por estos equipos, serán analizadas con la elaboración de una matriz "AMEF" en donde se especifican las causas reales de las fallas registradas y a su vez apoyarlo con el efecto el cual repercute la falla en el equipo y la línea de producción.

En la implementación de este plan de mantenimiento detallado en el capítulo 3, se mantuvo al tanto del registro de las fallas por equipo, en un periodo de un año, generando así un proceso de clasificación de fallas y así mismo un listado de acciones correctivas a partir de las fallas registradas en el cuadro 38. Cada acción correctiva esta especificada y correlacionada con el código establecido para la falla en cuestión.

Al determinar esta clasificación de fallas en técnicas, operacionales, desgaste y funcionales, se pudo también generar una parametrización de tiempos, el cual determina un periodo estimado en donde se presenta la falla, es decir evidenciar cada cuanto se presenta dicha falla y poder anticipar mediante procesos preventivos las posibles fallas repetitivas en dichos equipos críticos.

Este proceso de parametrización de tiempos, se realizó a partir de una idea propia en donde se basa principalmente en los registros en el aplicativo anteriormente mencionado de las fallas para dichos equipos. Según la cantidad de registros obtenidos durante el periodo de implementación, se estipula un promedio entre la cantidad de fallas clasificadas por elemento o componente del equipo en cuestión, y los días totales del periodo, es decir que, en el caso de la cortadora de lámina, uno de los elementos principales es la cuña del embrague, la cual presentó en total 5 fallas, en donde la primera falla se registra el 17 de mayo y la última el 30 de noviembre, teniendo un total de 197 días. Promediado con la cantidad de fallas, resulta que cada 40 días aproximadamente (5,7 semanas aproximadamente) se puede presentar una falla para este equipo. Por lo anterior se parametriza un valor determinado para la frecuencia de mantenimiento de ese elemento o componente del equipo de 6 semanas y así mismo emplear el mismo criterio de cálculo de frecuencia para los demás elementos principales clasificados que presenten fallas frecuentemente (detallado en el cuadro 40).

Dicha parametrización, también se anexó en un cuadro el análisis de fallas, con el fin de tener un consolidado de un equipo con toda la información requerida, para hacer las determinadas acciones de mejoramiento con mayor efectividad.

#### 7.1 MATRIZ ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA “AMEF”

En la siguiente matriz se desarrolló lo dicho anteriormente, en el equipo que presento mayor cantidad de fallas, en donde se pueden detallar más a fondo las características de modo y efecto de falla, para lograr un análisis mucho más completo, el cual abarque todas las áreas de trabajo del equipo en relación, este equipo es la cortadora de lámina, la cual presento un total de 19 fallas en todo el año inmediatamente anterior, en el cuadro de acciones de mejoramiento se enlistan en el complemento de otras fallas, dentro del bloque “D” el cual determina otras acciones para partes menos representativas del equipo y de reparación correctiva e inmediata. Esta matriz viene clasificada por los sistemas involucrados en la máquina, como por ejemplo sistemas hidráulicos, mecánicos, eléctricos, entre otros que empiecen a dar un inicio más detallado de que parte hace referencia la falla a ser estudiada. Esta matriz se utiliza para encontrar una ruta más fácil a los modos y efectos de las fallas, con el fin de poder establecer ciertas acciones para atacar las fallas que surgen en un periodo de tiempo determinado.

Los procedimientos ejecutados para la realización de esta matriz, vienen dados de conceptos ingenieriles, para lograr un fin acertado. Es decir que, al momento de concluir un análisis de modo y efecto de falla, todo se basara en conceptos reales frente a las teorías de mantenibilidad. Así mismo, en el anexo H del CD, se puede observar el análisis detallado para los equipos críticos restantes.



Cuadro 38. Acciones correctivas, COL 01

Código de falla	Acciones correctivas	Repuestos
COL 01 - A1	Se soldó la cuña del embrague por ruptura y se graduó el tope del disparador	-
COL 01 - A2	Se hizo graduación del disparo de la cuña del embrague	-
COL 01 - A3	Se corrigió graduación del embrague, cuña y resorte	-
COL 01 - A4	Se modificó la cuña por medio de un punto de soldadura especial (SMAW) y se le hizo una cavidad para tener mejor el frenado con el embrague.	-
COL 01 - A5	Arreglo [Trabajo soldadura] y ajuste cuña que permite el embrague con el volante.	-
COL 01 - B1	Se suplementa soporte del embrague	-
COL 01 - B2	Cambio de tornillo de 1/4*5/8 del soporte del embrague	Tornillos de 1/4*5/8
COL 01 - B3	Se modificó por medio de una reconstrucción el soporte que dispara el embrague de la máquina, y se graduó a conveniencia	-
COL 01 - B4	Enderezar soporte Embrague/Cuña y cambio Tornillo.	-
COL 01 - C1	Se cambió resorte que acciona la cuña y se rellenó la cuña con soldadura para darle altura para su accionamiento. Se montaron pisadores de caucho en las uñas y limpieza general	-
COL 01 - C2	Se modificó el alojamiento del resorte que empuja la cuña del embrague. También se modificó el tornillo que sostiene el resorte, se perfiló el soporte que da el paso de la cuña	-
COL 01 - C3	Se graduó el resorte que empuja la cuña del embrague, se graduó el recorrido de la bobina del pedal , se cambió fusible del tablero	Resortes con diámetro de 15 (mm) n° de vueltas 16
COL 01 - C4	Se corrige resorte que contrae la cuña del embrague	-
COL 01 - C5	Cambio de resorte que permite el embrague para realizar el corte. [Personal Mantenimiento]	Resorte
COL 01 - C6	Cambio de resorte que permite el embrague para realizar el corte. [Personal Mantenimiento]	Resorte
COL 01 - D1	Se hizo el cambio del relé que trabaja con el pedal y se graduó el martillo de la bobina	Relé de 7A-230 VAC
COL 01 - D2	Se rectificó embrague, cambio de tornillo 1/4" x 1" y se realizó la lubricación necesaria	Tornillos Bristol 1/4" x 1"
COL 01 - D3	Cambio de tornillo 1/4" x 1"	Tornillos 1/4" x 1"
COL 01 - D4	Se maquina soporte de Hembra y se cambió tornillo Bristol 1/4" x 1"	Tornillos Bristol 1/4" x 1"

Cuadro 38. (Continuación)

Código de falla	Acciones correctivas	Repuestos
COL 01 - D5	Se cambió pisadores por fallas en el corte	Pisadores (cantidad 7)
COL 01 - D6	Corrección por mal funcionamiento [Personal Mantenimiento]	Tornillos Bristol 5/8" x 2 1/2". Cantidad 2.
COL 01 - D7	Corrección por mal funcionamiento [Personal Mantenimiento]	-

Cuadro 39. Análisis de modos y efectos de falla, COL 01

Equipo	Sistema	Elementos o componentes	Falla				Acciones
			Código de falla	Tipo	Modo	Efecto	
Cortadora de Lámina COL 01	Mecánico	Cuña del embrague	COL 01 - A1	Funcional	Ruptura de la cuña	No hay acción de embrague	Verificar periódicamente el estado de la cuña, por si presenta un mal ajuste o posición inadecuada verificar si se presentan roturas o agrietamientos cambiándola por una nueva cuña
			COL 01 - A2	Técnica	Cuña defectuosa	Perdida en el ajuste entre la cuña y el embrague	
			COL 01 - A3	Técnica			
			COL 01 - A4	Funcional	Excesivo desgaste de la cuña	No hay frenado en el embrague	
			COL 01 - A5	Técnica			
		Soporte del embrague	COL 01 - B1	Técnica	Ruptura del soporte	Desalineación del embrague	Refuerzo con materiales de aporte, por medio de soldadura para la suplementación del embrague
			COL 01 - B2	Funcional	Tornillo defectuoso		Contar con un suministro de tornillos de repuesto según especificaciones, en caso de cambio oportuno
			COL 01 - B3	Funcional	Ruptura del soporte		Refuerzo con materiales de aporte, por medio de soldadura para la suplementación del embrague

Cuadro 39. (Continuación)

Equipo	Sistema	Elementos o componentes	Falla				Acciones
			Código de falla	Tipo	Modo	Efecto	
Cortadora de Lámina COL 01	Mecánico	Soporte del embrague	COL 01 - B4	Funcional	Posición inadecuada del soporte	Desalineación del embrague	Verificar periódicamente la alineación del soporte respecto al embrague
		Resorte del embrague	COL 01 - C1	Potencial	Excesivo desgaste del resorte	Retardo en el embrague	Verificar periódicamente el estado del resorte, por si presenta un mala compresión o posición inadecuada cambiándolo por un nuevo resorte
			COL 01 - C2	Técnica	Posición inadecuada del resorte		Estandarizar todo el mecanismo de accionamiento del embrague
			COL 01 - C3	Técnica	Falla del resorte		Verificar periódicamente la posición del resorte y estado del mismo para posible cambio en caso de requerirlo
			COL 01 - C4	Funcional	Resorte inapropiado	Retardo en el embrague	Verificar periódicamente la posición del resorte y estado del mismo para posible cambio en caso de requerirlo
			COL 01 - C5	Potencial			
			COL 01 - C6	Potencial			

Cuadro 40. Frecuencias de mantenimiento, COL 01

Elemento o componente	Código de falla	Fecha de registro	Frecuencia de mantenimiento
Cuña del embrague	COL 01 - A1	30 de Noviembre	Cada 6 semanas aproximadamente
	COL 01 - A2	23 de Noviembre	
	COL 01 - A3	3 de Agosto	
	COL 01 - A4	31 de Julio	
	COL 01 - A5	17 de Mayo	
Soporte del embrague	COL 01 - B1	26 de Octubre	Cada 6 semanas aproximadamente
	COL 01 - B2	29 de Agosto	
	COL 01 - B3	10 de Agosto	
	COL 01 - B4	15 de Mayo	
Resorte del embrague	COL 01 - C1	21 de Noviembre	Cada 5 semanas aproximadamente
	COL 01 - C2	4 de Agosto	
	COL 01 - C3	31 de Julio	
	COL 01 - C4	21 de Julio	
	COL 01 - C5	19 de Abril	
	COL 01 - C6	24 de Abril	
Otros	COL 01 - D1	7 de Septiembre	Cada 3 semanas aproximadamente
	COL 01 - D2	27 de Junio	
	COL 01 - D3	27 de Junio	
	COL 01 - D4	27 de Junio	
	COL 01 - D5	23 de Junio	
	COL 01 - D6	1 de Junio	
	COL 01 - D7	18 de Abril	

## 8. IMPACTO AMBIENTAL

A partir de la información brindada por parte de la empresa Prodehogar Ltda. se puede analizar principalmente la manera en la cual se manejan ciertos desperdicios y residuos que son resultado de la implementación del plan de mantenimiento.

Las consecuencias en términos de impacto ambiental, están relacionadas con el manejo de los residuos obtenidos luego de haber realizado una actividad de tipo correctiva o preventiva según sea el caso. Como tal, estos trabajos no tienen un gran impacto ambiental debido a que no se manejan residuos peligrosos que atenten contra la salud de las personas o generen un daño irremediable a su entorno.

El área de taller es donde se cuenta con los elementos necesarios para hacer las actividades de mantenimiento necesarias, es decir se cuenta con la herramienta, los repuestos y equipos para realizar las actividades correctivas y preventivas solicitadas.

Para las actividades de limpieza se cuenta con elementos reutilizables provenientes de las líneas de producción; las bayetillas y espumas utilizadas para la limpieza del polvo y exceso de grasa provienen del área de costura, el aserrín utilizado para absorber las fugas de aceite procede del área de madera.

El despojo de residuos es manejado en diferentes canecas localizadas en el área de taller, es decir que se cuenta con un lugar explícito donde ubicarlos según el tipo de residuo. La viruta obtenida en la fabricación de repuestos es ubicada en el lugar donde se encuentren todos los sobrantes metálicos, los elementos como bayetillas, espuma, empaques de repuestos, etc. se ubican en otra caneca diferente y por último se cuenta con una caneca donde se arrojan los elementos ordinarios que no estén relacionados con taller.

En temas de contaminación auditiva, principalmente se hace relevancia en la ubicación de la Empresa, por lo que es un sector industrial, los alrededores vienen siendo ocupados por más empresas que desarrollan labores similares en términos de ruido. Es decir que los residentes de hogares comunes y corrientes, se encuentran a mayores distancias, haciendo que la contaminación auditiva no sea un problema constante para la población.

Así mismo se analiza el tema ambiental respecto a lo que confiere a los gases o procesos que generen algún tipo de contaminación en el aire, concluyendo que el riesgo es muy mínimo en la exposición de gases contaminantes, ya que el único agente contaminante puede ser el generado por el polvo o residuos de material que no puede ser detectado a simple vista. Esto como consecuencia puede caer en lo que hoy en día se denomina como polución.

## 8.1 CONTROL AMBIENTAL DE ÁREAS EVALUADAS

Este control puede estar definido como las medidas o instrucciones que se establezcan en un área de trabajo. Como objetivo principal, estas deben ayudar a que se encuentren resultados satisfactorios en lo que fue identificado anteriormente, como lo fue en las áreas de impacto ambiental<sup>8</sup> en el aire y/o fuentes hídricas.

8.1.1 Identificación de aspectos e impactos ambientales. Para identificar y comprender los aspectos ambientales, es necesario identificar las actividades, productos y servicios que desarrolla la Empresa, definiendo los procesos y tecnología usados, instalaciones, lugares entre otros más aspectos que pueden interactuar con el medio ambiente.

Cuadro 41. Identificación aspectos e impactos ambientales

Aspecto ambiental		Impacto ambiental		
Área de producción	Actividades generales	Tipo	Descripción	Descripción del impacto
Metalmecánica	inspección y limpieza, engrase partes externas, ajustes mecánicos, revisiones eléctricas	Generación de residuos peligrosos, sólidos y líquidos, fugas y derrames al suelo, consumo de energía eléctrica y agua, generación de ruido, manejo de sustancias químicas	Generación de desechos de lubricantes y/o aceites, vertimientos a conductos de agua potable	Contaminación de ductos y áreas de trabajo, aumento en la cantidad de residuos peligrosos
Pintura	Revisión eléctrica, inspección y limpieza, lavado de tanques	Generación de desechos líquidos y emisión de vapores, manejo de sustancias químicas	Generación de desechos de pintura y líquidos peligrosos	Contaminación del suelo y la atmósfera

<sup>8</sup> INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO. Guía técnica para la identificación de aspectos e impactos ambientales. PLE-GU-01. Bogotá D.C. 2.015. 7 p.

8.1.2 Evaluación impacto ambiental. La evaluación de la significancia debe hacerse sin tener en cuenta si el aspecto tiene las condiciones, elementos o equipos para su control o no, es decir, si un proceso es altamente contaminante, no importa que la empresa cuente con un plan de contingencia, su impacto es significativo en el ambiente. Con el fin de identificar los impactos y posterior control, se determinan criterios de evaluación.

8.1.3.1 Criterio legal. Descrito por los siguientes factores;

- ✓ Existencia. Hace referencia a la normatividad disponible vigente referente al impacto
- ✓ Cumplimiento. Se valora que cumpla con la normatividad identificada

Cuadro 42. Criterios legales

Criterio legal		
Existencia	10	Existe legislación y está reglamentada
	5	Existe legislación y no está reglamentada
	1	No existe legislación
Cumplimiento	10	No se cumple la legislación
	5	Se cumple con la legislación
	1	No aplica

8.1.3.2 Criterio impacto ambiental. Descrito por los siguientes factores;

- ✓ Frecuencia. Hace referencia a las ocasiones en que se está presentando el impacto en su interacción con el ambiente
- ✓ Severidad. Describe el tipo de cambio sobre el recurso natural, generado por el impacto ambiental
- ✓ Alcance. Hace referencia al área de influencia que pudiera verse afectada por el impacto ambiental

Cuadro 43. Criterio impacto ambiental

Criterio impacto ambiental		
Frecuencia	10	Diario/semanal
	5	Mensual/bimensual/trimestral
	1	Semestral/anual
Severidad	10	Cambio drástico
	5	Cambio moderado
	1	Cambio pequeño
Alcance	10	Extenso (el impacto tiene efecto o es tratado fuera de los límites de la organización)
	5	Local (el impacto no rebasa los límites o es tratado dentro de la organización)
	1	Puntual (el impacto tiene efecto en un espacio reducido dentro de la organización)

8.1.3.3 Criterio partes interesadas. El criterio partes interesadas hace referencia a comunidad, clientes, proveedores, contratistas y entidades financieras.

Cuadro 44. Criterio partes interesadas

Criterio partes interesadas		
Exigencia	10	Si se presenta una o más de las siguientes condiciones: existe o existió acción legal contra la organización. Existe reclamo de la comunidad (insatisfacción justificada). Existe un acuerdo firmado con un cliente o comunidad. Existe reclamo de los empleados (insatisfacción justificada)
	5	Cualquiera de las anteriores sin implicaciones legales
	1	Si no existe acuerdo o reclamo
Gestión	10	No existe gestión en cuanto a las acciones emprendidas contra la organización o la gestión no ha sido satisfactoria o bien sea no se ha cumplido el acuerdo
	5	La gestión ha sido satisfactoria o el acuerdo sigue vigente
	1	No aplica



8.1.3.4 Cálculo general. Descrito por los siguientes factores;

- ✓ Total criterio legal = Existencia x Cumplimiento
- ✓ Total criterio impacto ambiental = (Frecuencia x 3.5) + (Severidad x 3.5) + (Alcance x 3)
- ✓ Total criterio partes interesadas = Exigencia x Gestión

8.1.3.5 Nivel de significación. Se procede a determinar la “El nivel de significancia total del aspecto” de acuerdo al siguiente cálculo;

- ✓ Total significación = (Criterio Legal x 0.45) + (Criterio Impacto Ambiental x 0.45) + (Criterio Partes Interesadas x 0.1)

Los aspectos ambientales significativos se categorizan bajo los siguientes parámetros:

Cuadro 45. Niveles de clasificación

Nivel	Calificación
Aspecto ambiental bajo	0 a 30 puntos
Aspecto ambiental medio o moderado	31 a 60 puntos
Aspecto ambiental alto	61 a 100 puntos

#### 8.1.4 MATRIZ GENERAL DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

Se describe la evaluación de significancia para cada área evaluada en la siguiente matriz;

Cuadro 46. Matriz general de impacto ambiental

Identificación de aspectos e impacto ambiental					Evaluación de significancia											
Descripción de actividad		Aspecto ambiental		Impacto ambiental	Legal			Impacto ambiental				Partes interesadas			Total	Significancia
Área de producción	Actividades generales	Tipo	Descripción	Descripción del impacto	Existencia	Cumplimiento	Total	Frecuencia	Severidad	Alcance	Total	Exigencia	Gestión	Total		
Metalmecánica	Inspección y limpieza, engrase partes externas, ajustes mecánicos, revisiones eléctricas	Generación de residuos peligrosos, sólidos y líquidos, fugas y derrames al suelo, consumo de energía eléctrica y agua, generación de ruido, manejo de sustancias químicas	Generación de desechos de lubricantes y/o aceites, vertimientos a conductos de agua potable	Contaminación de ductos y áreas de trabajo, aumento en la cantidad de residuos peligrosos	5	10	23	10	5	1	25	5	1	0,5	47,98	MEDIO
Pintura	Revisión eléctrica, inspección y limpieza, lavado de tanques	Generación de desechos líquidos y emisión de vapores, manejo de sustancias químicas	Generación de desechos de pintura y líquidos peligrosos	Contaminación del suelo y la atmósfera	5	10	23	5	5	1	17	5	1	0,5	40,1	MEDIO

## 8.2 MANEJO DE RESIDUOS CONTAMINANTES

Mediante el análisis de residuos contaminantes, se encuentra una buena práctica de manejo y/o mitigación de estos por parte de la empresa, ya que se elabora de forma sistemática con el acompañamiento de un registro estable de información por parte del área encargada, la cual puede ayudar a tomar acciones en lo que refiere a nuevas estrategias de almacenamiento y posible reutilización de algunos residuos.

Posibles acciones de mitigación o control de dichos residuos peligrosos para el ambiente, en las diferentes formas de impacto ambiental, se enlistan a continuación<sup>9</sup>:

- ✓ Desconectar los equipos de la toma de corriente, cuando existan períodos de tiempo largos en los que no se trabaja
- ✓ Realizar campañas de información sobre el ahorro energético para empleados
- ✓ Sustituir, en la medida de lo posible, los equipos antiguos que no hagan un uso eficiente de la energía, por otros que si lo hagan
- ✓ Disponer de sistemas de extracción de humos en las operaciones de cepillado. Si se activa la pistola de pintura al principio y al final de cada pasada, se disminuye la emisión de compuestos orgánicos volátiles a la atmósfera
- ✓ Mantener limpio el puesto de trabajo en las operaciones de reparación y revisión de vehículos, para evitar cualquier tipo de derrame
- ✓ En el caso de que se produzca algún derrame, nunca deben limpiarse con agua sino con material absorbente, como serrín. (Actividad que la empresa ya realiza)
- ✓ No realizar la limpieza de las herramientas y de los equipos sobre piletas que viertan directamente a la red general de aguas residuales sin haber pasado antes por depuración
- ✓ Realizar campañas de formación a los trabajadores para el ahorro en el consumo de los materiales consumibles
- ✓ Formar e informar a los trabajadores sobre los riesgos, tanto ambientales, como de salud, que conlleva una mala utilización de los materiales y sustancias peligrosas que ellos manejan

---

<sup>9</sup> DEPARTAMENTO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y SERVICIO DE MEDIO AMBIENTE. Guía de buenas prácticas ambientales talleres mecánicos. s.d. A Coruña.: 2.008.

## 9. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

Partiendo de la información suministrada por parte de la empresa se realizó una comparación de gastos en mantenimiento, estos relacionados con la contratación de terceros para la solución de las fallas presentadas. Es decir, una comparación entre los años 2.016 y 2.017 mostrada en el cuadro 47.

Cuadro 47. Gastos en mantenimiento años 2.016 y 2.017

Gastos Generales Mantenimiento		
Mes	2.016	2.017
Enero	\$ 1.086.193	\$ 2.770.728
Febrero	\$ 10.049.301	\$ 6.379.084
Marzo	\$ 2.747.895	\$ 2.394.699
Abril	\$ 4.075.771	\$ 2.729.932
Mayo	\$ 3.312.006	\$ 1.664.501
Junio	\$ 1.561.016	\$ 844.116
Julio	\$ 1.920.153	\$ 593.823
Agosto	\$ 3.123.802	\$ 4.399.635
Septiembre	\$ 3.558.766	\$ 4.793.616
Octubre	\$ 1.858.139	\$ 2.065.489
Noviembre	\$ 1.634.596	\$ 1.371.101
Diciembre	\$ 6.068.217	\$ -
Total	\$ 40.995.855	\$ 30.006.724

Teniendo en cuenta que dicha información resumida está relacionada de manera general, fue necesario categorizarla a las dos áreas evaluadas en el presente proyecto mediante su evaluación porcentual, obtenida a partir de los registros del departamento de contabilidad resumidos en el anexo I. Obteniendo los porcentajes de participación mostrados en el cuadro 48.

Cuadro 48. Distribución porcentual gastos mantenimiento

Distribución Porcentual Gastos Mantenimiento				
Área	2.016	%	2.017	%
Metalmecánica	98	31%	90	35%
Pintura	57	18%	43	17%
Ensamble	18	6%	16	6%
Costura	21	7%	18	7%
Madera	20	6%	15	6%
Inyección	55	17%	37	15%
Taller	22	7%	15	6%
Bodega	16	5%	15	6%
Planta	13	4%	5	2%
Total Registros	320	100%	254	100%

Conociendo el valor de participación de dichas áreas en los gastos generales, se obtiene el valor exacto de los gastos en mantenimiento por parte de éstas. Notando que para el año 2.016 donde no se tenía ningún plan de mantenimiento, los gastos obtenidos son mayores respecto al 2.017, año de prueba de la implementación del plan.

Cuadro 49. Valor gastos de mantenimiento áreas evaluadas

Gastos Mantenimiento Áreas Evaluadas					
Año	Total	Participación porcentual			Gastos de área
		Metalmecánica	Pintura	%	
2.016	\$ 40.995.855	31%	18%	48%	\$ 19.857.367
2.017	\$ 30.006.724	35%	17%	52%	\$ 15.712.182

Para poder verificar el impacto económico que tiene la implementación del plan, se debe tener en cuenta varios factores. En este caso se parte del sueldo mensual para los dos operarios de mantenimiento y practicante, el cual se divide en un valor diario y valor hora lo cual facilita el cálculo de costos a sacar.

Cuadro 50. Costo mano de obra

Personal	Sueldo mensual	Valor día (\$/día)	Valor hora (\$/h)	Sueldo anual
Practicante	\$ 800.000	\$ 40.000	\$ 5.000	\$ 9.600.000
Mecánico	\$ 1.600.000	\$ 80.000	\$ 10.000	\$ 19.200.000
Mecánico sena	\$ 850.000	\$ 42.500	\$ 5.313	\$ 10.200.000
Total mano de obra				\$ 39.000.000

Las capacitaciones de igual manera reflejan un costo, puesto que es un tiempo pago en el cual se explica el manejo de formatos y representa un gasto durante el desarrollo de la implementación, dicho valor hora se explica en el cuadro 51. Este valor hora capacitaciones se obtuvo partiendo del valor hora calculado multiplicado por el tiempo utilizado en la capacitación, para el caso de operarios áreas se tomó un valor hora persona promedio, asumiendo que todos ellos tienen un salario por encima del salario mínimo legal vigente.

Cuadro 51. Costo capacitaciones

Personal	Cantidad personas	Valor hora por persona (\$/h)	Tiempo horas	Costo hora hombre
Practicante	1	\$ 5.000	4,5	\$ 22.500
Mecánico	1	\$ 10.000	1,5	\$ 15.000
Mecánico sena	1	\$ 5.313	1,5	\$ 7.970
Operarios áreas	20	\$ 5.000	3	\$ 300.000
Total capacitaciones				\$ 345.470

Para el costo total de proyecto se tuvo en cuenta diferentes costos categorizados en cuatro grupos; talento humano, fungibles, gastos maquinaria y equipos y otros gastos. Este valor total representa el costo de la implementación del plan de mantenimiento propuesto, no se anexaron valores de repuestos ya que la empresa no cuenta con un sistema de compras claro, es decir que al momento de adquirir un repuesto se desconoce a qué área de la empresa o centro de costo se dirige este elemento, se tiene un valor general de los repuestos de mantenimiento para todas las áreas que componen la empresa.

Cuadro 52. Costo total del proyecto

Item	Unidad	Cantidad	Unidad (\$)	Total (\$)
Talento humano				
Total mano de obra	-	-	-	39.000.000
Total capacitaciones	-	-	-	345.470
Total				39.345.470
Fungibles				
Papel	Resma	2	12.000	24.000
Tinta/impresiones	Hojas	1000	300	300.000
Total				324.000
Gastos maquinaria y equipos				
Computadora	Unidad	2	2.500.000	5.000.000
Cámara fotográfica	Unidad	1	450.000	450.000
Total				5.450.000
Otros gastos				
Transporte	Pasaje	20	2.300	46.000
Total				46.000
Costo total del proyecto				45.165.470

Otra variable y la que más impacta en los costos generales del plan de mantenimiento se da cuando calculamos el valor respecto a los trabajos de mantenimiento. Partiendo de los 12 equipos críticos y teniendo en cuenta la presencia de 2 operarios, el objetivo principal del cuadro 53 es hacer la relación entre el tiempo total que se toma del registro de las paradas programadas y no programadas con el valor por hora hombre del personal de mantenimiento. Obteniendo un resultado del gasto representativo por equipo crítico y sus fallas presentadas.

Cuadro 53. Gastos del plan anual por equipos críticos

Gastos del plan anual por equipos críticos					
Equipo	Personal a cargo	Tiempo de mantenimiento (hrs)	Valor hora (\$/h)	Costo trabajo realizado (\$)	Total (\$)
COL 01	Mecánico	55,2	10.000	276.167	2.327.245
	Mecánico SENA		5.313	146.714	
COM 01	Mecánico	0,2	10.000	833	
	Mecánico SENA		5.313	443	
ENV 01	Mecánico	79,8	10.000	398.833	
	Mecánico SENA		5.313	211.880	
ESR 01	Mecánico	5,8	10.000	29.000	
	Mecánico SENA		5.313	15.406	
HDC 01	Mecánico	37,5	10.000	187.333	
	Mecánico SENA		5.313	99.521	
LTP 01	Mecánico	4,0	10.000	20.000	
	Mecánico SENA		5.313	10.625	
TOR 01	Mecánico	21,1	10.000	105.333	
	Mecánico SENA		5.313	55.958	
TRO 06	Mecánico	40,4	10.000	202.083	
	Mecánico SENA		5.313	107.357	
TRO 09	Mecánico	10,9	10.000	54.417	
	Mecánico SENA		5.313	28.909	
TRO 11	Mecánico	6,3	10.000	31.250	
	Mecánico SENA		5.313	16.602	
TUP 01	Mecánico	18,0	10.000	89.917	
	Mecánico SENA		5.313	47.768	
TUP 02	Mecánico	24,9	10.000	124.667	
	Mecánico SENA		5.313	66.229	

Al concretar los costos principales de la empresa en temas de mantenimiento, personal y demás variables que surgen durante una implementación. Se elaboró un comparativo financiero para los años 2.016 y 2.017, en donde se resumen los valores obtenidos en los cuadros anteriores.

Cuadro 54. Costo general del plan de mantenimiento 2.016

2016	
Costo General del Plan de Mantenimiento	
Concepto	Valor total
Plan anual	-
Gastos mantenimiento	\$ 19.857.367
Costo mano obra	\$ 27.930.000
Total	\$ 47.787.367

Cuadro 55. Costo general del plan de mantenimiento 2.017

2017	
Costo General del Plan de Mantenimiento	
Concepto	Valor total
Gastos plan anual	\$ 2.327.245
Gastos mantenimiento	\$ 15.712.182
Costo proyecto	\$ 45.165.470
Total	\$ 63.204.897

En comparación el año 2.017 represento una mayor inversión que el año 2.016 debido a que el costo de proyecto o implementación agrega un valor en el balance de estos años. La diferencia presente en el total de estos años es de \$15.417.530, valor que puede ser asignado como el precio por la implementación del plan, mostrando la tendencia normal de un plan de mantenimiento. Sin embargo este valor contrasta en los gastos de mantenimiento, es decir que la implementación permitió disminuir los llamados a terceros para la solución de fallas, tendencia que se tiende a mantener para los años próximos, mientras que el costo de proyecto solo afecta el año 2.017.



## 10. CONCLUSIONES

- ✓ El aplicativo permitió tener las bases necesarias para suministrar la información a una posible implementación de un software especial de mantenimiento para la empresa gracias al sistema documental planteado
- ✓ El modelo de criticidad seleccionado cumplió a cabalidad con todas las variables aplicadas a las áreas seleccionadas del presente trabajo, mostrando los resultados ya conocidos. Por lo tanto, el modelo puede ser empleado para la evaluación de criticidad en las demás áreas de la empresa
- ✓ Se disminuyó en los gastos de mantenimiento realizados por terceros, los cuales representan una diferencia de \$4.145.185 es decir un 20,9% entre los años 2.016 y 2.017
- ✓ La disponibilidad de los equipos críticos incrementó, en el periodo 1 con un valor de 89,7% respecto al periodo 8 donde se obtuvo una disponibilidad de 97,9%

## 11. RECOMENDACIONES

- ✓ Es necesario independizar y crear el departamento de mantenimiento, el cual debe trabajar en conjunto y compartir información con los demás departamentos que conforman la empresa
- ✓ Es necesario capacitar e incrementar el conocimiento del personal de mantenimiento (capacidad de observación y actitud hacia el reporte), para que los registros dentro del plan sean más específicos y claros, además de aportar soluciones de mejor calidad y mayor efectividad del sistema
- ✓ Generar una plataforma en donde se encuentre el listado de repuestos necesarios (Stock de repuestos) para una pronta respuesta en caso de ser necesario por fallas presentadas en los equipos de más alta demanda de trabajo
- ✓ Este proyecto se puede aplicar para las demás áreas de producción

## BIBLIOGRAFÍA

ANGEL GASCA, Rafael David; OYOLA VARGAS, Héctor Mauricio. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa AGROANGEL. Pereira, 2014, 400 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Mecánica. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4620/6200062A581.pdf?sequence=1>

CAMPOS L, Francisco. UNIVERSIDAD DE AMERICA Principios Mantenimiento. Bogotá, S.F, 84 P.

ENTREVISTA con Hernando Fonseca, Jefe de Producción PRODEHOGAR Ltda. Bogotá, 1 de febrero de 2017.

FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA. Guía metodológica para elaboración de trabajos de grado. Bogotá D.C. 2011

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación, Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Sexta actualización 2.008. 36 P.

\_\_\_\_\_. Referencias documentales para fuentes de información electrónica. NTC 4490. Bogotá D.C.: ICONTEC, 1998. 23P.

\_\_\_\_\_. Referencias bibliográficas. Contenido, forma y estructura. NTC 5613. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2008. 33P.

\_\_\_\_\_. Seguridad de funcionamiento y calidad de servicio. Mantenimiento. GTC-62. Terminología. 48 P.

\_\_\_\_\_. Guía técnica para la identificación de aspectos e impactos ambientales. PLE-GU-01. Bogotá D.C. 2.015.

PARRA LOPEZ, Carlos. Implantación del mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) en un sistema de producción. Sevilla 2005.

SENA. Manual de Mantenimiento: División sector industria y de la construcción: Divulgación Tecnológica, 1991. 90 P. Disponible en: [http://repositorio.sena.edu.co/sitios/fedemetal\\_manual\\_mantenimiento/#](http://repositorio.sena.edu.co/sitios/fedemetal_manual_mantenimiento/#)

## ANEXOS

ANEXO A.  
FORMATOS 2.012 Y 2.015 (Ver CD room)

ANEXO B.  
PLANES SISTEMÁTICOS (Ver CD room)

ANEXO C.  
APLICATIVO (Ver CD room)

ANEXO D.  
CRONOGRAMA GENERAL (Ver CD room)



ANEXO E.  
PRESENTACIÓN CAPACITACIONES (Ver CD room)

ANEXO F.  
CIRCULAR CAPACITACIONES (Ver CD room)

ANEXO G.  
INDICADORES DE MANTENIMIENTO (Ver CD room)

ANEXO H.  
ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (Ver CD room)

ANEXO I.  
REGISTROS FINANCIEROS PRODEHOGAR LTDA (Ver CD room)