

DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
PLANIFICADO PARA LA EMPRESA FP REFLECTAR PANELS & GLASS S.A.S.

CAMILO ANDRES GARCÍA PERDOMO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ D.C.  
2016

DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
PLANIFICADO PARA LA EMPRESA FP REFLECTAR PANELS & GLASS S.A.S.

CAMILO ANDRES GARCÍA PERDOMO

Proyecto integral de grado para optar el título de  
INGENIERO MECÁNICO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ D.C.  
2016

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado  
Ing. Gabriel Rivera Rodríguez

---

Jurado 1  
Ing. Francisco José Campos León

---

Jurado 2  
Ing. José Luis Rodríguez

Bogotá; julio de 2.016

## DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector de claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos humanos

Dr. Jaime Posada García-Peña

Vicerrectoría Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García-Peña

Decano General Facultad de Ingenierías

Ing. Julio Cesar Fuentes Arismendi

Director de Programa de Ingeniería Mecánica

Ing. Carlos Mauricio Veloza Villamil

La información presentada en este documento  
Es de responsabilidad exclusiva del autor.

Dedico este trabajo de grado a mis padres Néstor Camilo García y Martha Perdomo los cuales me han dado el apoyo completo para llegar a este punto de mi vida y estar a un paso de cumplir una meta importante para lanzarme a la vida, ante todo guiado con responsabilidad, honestidad y compromiso, igualmente agradezco a mi hermana Carolina García Perdomo la cual me ha dado un apoyo completo a lo largo de este proceso.

En primera instancia quiero agradecer a DIOS por darme la vida para tener la oportunidad de poder hacer muchos retos realidad, dándome sabiduría y tranquilidad en mis decisiones.

En segunda instancia agradezco a mis padres por su apoyo y confianza total en mí para superar satisfactoriamente este reto en mi vida.

Agradezco a mi hermana la cual siempre estuvo en muchos momentos apoyándome y dándome la fuerza para seguir adelante en cada cosa.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	21
1. GENERALIDADES	23
1.1 QUIENES SOMOS	23
1.2 MISIÓN	23
1.3 VISIÓN	23
1.4 COMPROMISO	23
1.5 FILOSOFIA	23
1.6 OBRAS EJECUTADAS POR FP REFLECTAR PANEL & GLASS	24
1.7 DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO	27
1.7.1 Cortadora de banco	29
1.7.2 Copiadora	29
1.7.3 Retestadora	29
1.7.4 Troquel	29
1.7.5 Fresadora	29
1.7.6 Winche	29
1.8 OBRAS VIGENTES AÑO 2015 A 2016	29
1.9 ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL	30
2. DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA ACTUAL	31
2.1 CORTADORA	31
2.2 TRONZADORA	31
2.3 MESA ENSAMBLE	32
2.4 WINCH	32
2.5 FRESADORA	34
2.6 COMPRESOR	35
2.7 SILICONADORA	37
2.8 COMPRESOR DE TORNILLO	38
2.9 COPIADORA	39
2.10 RESUMEN MAQUINARIA	39
3. CODIFICACION	40
4. ANALISIS DE CRITICIDAD	49
4.1 TERMINOS Y CONCEPTOS PARA EL ANALISIS	49
4.1.1 Análisis de criticidad de modo de falla y efectos	49
4.1.2 Causa de falla	49
4.1.3 Consecuencia de falla	49



4.1.4 Contexto operacional	49
4.1.5 Criticidad	49
4.1.6 Mecanismos	50
4.1.7 Prioridad	50
4.1.8 Riesgo	50
4.2 METODOLOGIA DEL ANALALISIS DE CRITICIDAD	50
4.2.1 Frecuencia de falla	51
4.2.2 Impacto de seguridad y salud	51
4.2.3 Impacto ambiental	51
4.2.4 Impacto operacional	52
4.2.5 Flexibilidad operacional	52
4.2.6 Costo de mantenimiento	52
4.2.7 Matriz de criticidad	52
4.2.8 Resultados de criticidad	53
5. ANALISIS DE FALLA	59
6. FORMATOS DE MANTENIMIENTO	64
6.1 FICHA TENICA	65
6.2 ORDEN DE TRABAJO	67
6.3 SOLICITUD DE TRABAJO	67
6.4 HOJA DE VIDA	69
7. PROGRAMAS SISTEMATICOS	70
7.1 INSPECCION	70
7.1.1 Puntos de inspección	71
7.1.2 Matriz de evaluación inspección	74
7.1.3 Balance de cargas	75
7.1.4 Ruta de inspección	76
7.2. AJUSTE Y LIMPIEZA	79
7.2.1 Puntos de ajuste y limpieza	80
7.2.2 Matriz de evaluación	81
7.2.3 Balance de cargas	83
7.2.4 Ruta de ajuste y limpieza	84
7.3 LUBRICACION	85
7.3.1 Matriz de evaluación lubricación	87
7.3.2 Balance de cargas	89
7.3.4 Ruta de lubricación	90

8. MODELOS Y ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	92
8.1 MODELO CORRECTIVO	92
8.2 PLANES SISTEMATICOS	94
8.3 MANTENIMIENTO PROGRAMADO	98
9. GESTION DE REPUESTOS	99
9.1 PROCESO DE COMPRA Y ALMACÉN	99
9.1.1 Refrigerantes, lubricantes y fluidos	101
9.2 ALMACEN DE REPUESTOS	102
9.2.1 Entrega del almacén	103
9.2.2 Salida del almacén	103
9.2.3 Materiales almacenados	103
9.3 STOCK	105
9.3.1 Categoría de las piezas	105
9.3.2 Criterios de selección de stock	106
9.4 PROVEEDORES	106
10. GESTION AMBIENTAL Y SEGURIDAD OCUPACIONAL	108
10.1 RIESGOS FISICOS	108
10.1.1 Riesgo químico	109
10.1.2 Riesgo psicolaboral	109
10.1.3 Riesgo ergonómico y fisiológico	109
10.1.4 Riesgo locativo	109
10.1.5 Riesgo mecánico	109
10.1.6 Protección personal	109
10.1.7 Reporte accidentes	113
10.1.8 Bloque y señalización de máquinas	113
10.2 GESTION AMBIENTAL	114
10.2.1 Residuos orgánicos	115
10.2.2 Residuos químicos	115
10.2.3 Residuos inertes	115
10.2.4 Chatarra	117
10.2.5 Aceite	118
11. IMPLEMENTACION DE PLAN DE MANTENIMIENTO	119
11.1 CAPACITACIONES	121
11.1.1 Capacitación 1	122
11.1.2 Capacitación 2	123
11.1.3 Capacitación 3	124
11.1.4 capacitación 4	125

11.2 IMPLEMENTACION DE LOS FORMATOS DE MANTENIMIENTO Y ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL	125
12. BASE DE DATOS	127
12.1 MENU PRINCIPAL	127
12.1.1 Selección de programas sistemáticos	128
12.1.2 Selección de codificación	128
12.1.3 Selección de análisis de falla	132
12.1.4 Selección de formatos de mantenimiento	132
13. INDICADORES DE GESTION	134
13.1 DISPONIBILIDAD	135
13.2 CONFIABILIDAD	138
13.3 MANTENIBILIDAD	141
14. EVALUACION FINANCIERA	151
14.1 COSTO DEL PROYECTO	153
14.2 INGRESOS POR AUMENTO	149
14.3 RELACION COSTO BENEFICIO	151
15. CONCLUSIONES	156
16. RECOMENDACIONES	157
BIBLIOGRAFIA	158
ANEXOS	160

## LISTADO DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Línea de producción.	28
Figura 2. Sistema de codificación	40
Figura 3. Ejemplo de codificación	45
Figura 4. Falla equipo	89
Figura 5. Tiempo de parada vs reparación	143

## LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1. Obras FP Reflectar Panels & glass S.A.S.	25
Imagen 2. Obras FP Reflectar Panels & glass S.A.S.	26
Imagen 3. Cortadora	31
Imagen 4. Tronzadora	32
Imagen 5. Mesa ensamble	33
Imagen 6. Winche	34
Imagen 7. Fresadora	35
Imagen 8. Compresor	35
Imagen 9. Siliconadora	37
Imagen 10. Compresor tornillo	38
Imagen 11. Copiadora	39
Imagen 12. Sello criterio B	42
Imagen 16. Proveedor	113
Imagen 17. Proveedor	113
Imagen 18. Proveedor	113
Imagen 19. Proveedor	113
Imagen 20. Proveedor	113
Imagen 21. Proveedor	113
Imagen 21. porta- candados	119
Imagen 22. Etiqueta bloqueo	120
Imagen 23. Clasificación de residuos	123
Imagen 24. Clasificación de residuos	124
Imagen 20. Capacitación 1	128
Imagen 21. Capacitación 2	129
Imagen 22. Capacitación 3	130
Imagen 23. Capacitación 4	131
Imagen 24. Menú principal	135
Imagen 25. Programas sistemático	135
Imagen 26. Selección maquinaria	136
Imagen 27. Selección puntos de inspección	136
Imagen 28. Regreso al menú	137
Imagen 29. Selección de codificación	137
Imagen 30. Menú codificación	138
Imagen 31. Codificación	138
Imagen 32. Selección análisis de falla	139
Imagen 33. Análisis de criticidad	139
Imagen 34. Menú historia de mantenimiento	140
Imagen 35. Ficha técnica	141



## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Resumen de maquinaria	39
Cuadro 2 Criterio de codificación A	41
Cuadro 3. Criterio de codificación B	42
Cuadro 4. Criterio de codificación C	44
Cuadro 5. Criterio de codificación D	44
Cuadro 6. Codificación maquinaria	45
Cuadro 7. Subsistemas	47
Cuadro 8. Frecuencia de falla	51
Cuadro 9. Impacto de seguridad y salud	51
Cuadro 10. Impacto ambiental	52
Cuadro 11. Impacto operacional	52
Cuadro 12. Flexibilidad operacional (mantenibilidad)	52
Cuadro 13. Costo de mantenimiento	52
Cuadro 14. Matriz de criticidad	53
Cuadro 15. Resultados de criticidad	54
Cuadro 16. Maquinas críticas	57
Cuadro 17. Grado de severidad	59
Cuadro.18 Ocurrencia	60
Cuadro 19. Detección	60
Cuadro 20. Hoja AMEF	61
Cuadro 21 Frecuencia	73
Cuadro 22. Puntos de inspección siliconadora	74
Cuadro 23 Matriz de evaluación	77
Cuadro 24. Balance de cargas inspección	78
Cuadro 25. Ruta de inspeccion	79
Cuadro 26. Puntos de ajuste y limpieza	80
Cuadro 27. Matriz de evaluación	82
Cuadro 28. Balance de ajuste y limpieza	81
Cuadro 29. Ruta de limpieza y ajuste	85
Cuadro 30. Lubricación	89
Cuadro 31. Matriz de evaluación	91
Cuadro 32. Balance de lubricación	92
Cuadro 33. Ruta de lubricación	93
Cuadro 34. Tiempo frecuencia	100
Cuadro 35. Tiempo de frecuencias en h/mes	101
Cuadro 36. Total de empleados	103
Cuadro 37. Repuestos	106
Cuadro 38. Fluidos	108

Cuadro 39. Elementos y herramientas	111
Cuadro 40. Elementos de seguridad	112
Cuadro 41. Cronograma actividades	128
Cuadro 42. Numero de formatos	133
Cuadro 43. Disponibilidad	145
Cuadro 44. Confiabilidad	147
Cuadro 45. Mantenibilidad	150
Cuadro 46. Resultados indicadores	151
Cuadro 47. Costo hora hombre	153
Cuadro 48. Capacitación 1	153
Cuadro 49. Capacitación 2	154
Cuadro 50. Capacitación 3	154
Cuadro 51. Capacitación 4	154
Cuadro 52. Costo del proyecto	156
Cuadro 53. Aumento disponibilidad	157
Cuadro 54. Valores presentes	163



## LISTA DE GRAFICOS

	pág.
Grafico 1. Resultado de criticidad general de la empresa.	56
Grafico 2. Resultado de criticidad de la cortadora.	57
Grafico 3. Resultado de criticidad de los compresores	57
Grafico 4. Resultado de criticidad de los winche.	58
Grafico 5. Ingresos y Egresos	151
Grafico 6. Flujo neto	152

## LISTA DE FORMATOS

	pág.
Formato 1. Hoja AMEF	
Formato 2. Hoja de vida	60
Formato 3. Solicitud de trabajo	68
Formato 4. Orden de trabajo	69
Formato 5. Hoja de vida	71
Formato 6. Actividades programadas	93
Formato 7 Accidentes de trabajo	118
Formato 8. Registro de asistencia	125

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Ver CD anexos con carpetas:	167
Anexo A. Maquinas criticas	
Anexo B. Formatos de mantenimiento	
Anexo C. Análisis de falla	
Anexo D. Programas sistemático	
Anexo F. Indicadores de gestión	
Anexo E. Repuestos	
Anexo G. Base de datos	
Anexo H. Financiera	
Anexo I. Codificación	

## RESUMEN

Para realizar el plan de mantenimiento planificado se inició con una creación de un formato para la recolección de datos durante los 3 primeros meses, así desde el inicio se recolectaron datos para todo el desarrollo del proyecto. Paralelo a esta actividad, se empezó a describir la empresa en todas sus funciones, operación y maquinaria, las cuales se iban a intervenir, observando el estado del mantenimiento. Se estableció un proceso de codificación de los equipos y se aplicó un sistema de criticidad, para establecer en que equipos aplicar el plan. Se elaboraron fichas técnicas, formatos de hoja de vida, ordenes de trabajo y una base de datos para todos los equipos. Se establecieron actividades y frecuencias para equipos críticos, se puso en funcionamiento el plan, se evaluaron los resultados, se calcularon indicadores de gestión y se realizaron capacitaciones. Se hizo análisis de repuestos y evaluación de proveedores. Se establecieron las recomendaciones de mejoramiento y una evaluación financiera que muestra la viabilidad del proyecto.

**PALABRAS CLAVE:** Desarrollo E Implementación, Mantenimiento-Planificado, FP Reflectar Panels & Glass S.A.S, Fallas.

## INTRODUCCION

La compañía FP Reflectar Panels & Glass S.A.S. fue fundada en 1987 por Félix Antonio Pulido, gerente actual. Esta empresa se dedica a la fabricación de fachadas flotantes y ventanearía en aluminio. A través del tiempo ésta ha adquirido diferentes maquinarias para su línea productiva, en donde encontramos máquinas de modelos, marcas y referencias diferentes, las cuales han tenido un alto uso y manipulación durante estos años. Generando fallas por desgaste y funcionamiento. Cabe anotar que esta organización no ha manejado un plan de mantenimiento, ni un uso apropiado de los equipos, por lo tanto las fallas son más comunes.

Al ser una producción de alta demanda donde el uso de los mecanismos son más frecuentes, se han encontrado mayor cantidad de fallas, las cuales generan un retraso en la fabricación, teniendo en cuenta que la maquina afectada puede ser critica en la línea. La opción actual de la empresa al tener una falla es inmediatamente contratar un proveedor para generar un mantenimiento correctivo, donde esto genera retrasos en la producción, los cuales generan pérdidas, además de altos costos de mantenimiento.

El *origen* del problema en la empresa FP Reflectar Panels & Glass S.A.S., se debe a que no cuenta con un plan de mantenimiento planificado para su maquinaria. Al paso de los años se han evidenciado retrasos y problemas en sus maquinarias por el constante uso y manipulación generando desgastes y fallas, por ende retrasos en sus producción, perdidas económicas y riesgos en los trabajadores por posibles accidentes laborales.

Lo que conlleva a desarrollar e implementar un plan de mantenimiento planificado.

### *Objetivos específicos*

- Diagnosticar sistema operativo de la empresa
- Diagnosticar la situación actual del mantenimiento
- Elaborar el listado general de los equipos involucrados y establecer un sistema de codificación
- Diagnosticar tipos de fallas
- Elaborar e implementar los formatos de fallas de mantenimiento, ficha técnica, solicitud de trabajo, orden de trabajo y hoja de vida
- Elaborar e implementar los programas sistemáticos de inspección, lubricación, ajustes y limpieza

- Elaborar e implementar un plan de ejecución preventivo programada.
- Elaborar un estudio de repuestos
- Evaluar condiciones de seguridad y salud ocupacional del departamento de mantenimiento
- Evaluar las condiciones de gestión ambiental
- Elaborar programa de implementación de plan de mantenimiento
- Elaborar base de datos de mantenimiento
- Establecer los indicadores de gestión universales, mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad
- Realizar la evaluación financiera del proyecto

La *justificación* para este plan de mantenimiento planificado es que se pretende disminuir el mantenimiento correctivo y mejorar los índices de productividad, igualmente disminuir los riesgos de accidentalidad en los operarios o personal de la empresa, ya que con esto se tendrá mayor organización y por ultimo disminuir los costos a largo plazo, ya que por falta de este mantenimiento planificado se llegan a generar retrasos en la producción, siendo esto una causa por la cual se generan pérdidas económicas en la empresa.

En las *limitaciones* se desarrollará e implementará el plan de mantenimiento planificado a las máquinas que actualmente posee la empresa FP Reflectar Panels & Glass S.A.S, donde se va a analizar las maquinas más críticas del proceso para focalizar el estudio en estas. El periodo de observación de funcionamiento es de 3 meses.

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 QUIENES SOMOS

La compañía FP Reflectar Panels & Glass S.A.S. dedicada a la fabricación de fachadas flotantes y ventanearía en aluminio, nació del compromiso para el mejoramiento de una institución que día a día se ha comprometido para el desarrollo de un mejor país, y que con nuevas alternativas de fabricación, un excelente grupo de trabajo y una amplia tecnología ha logrado captar la atención del mercado nacional. Nuestra alta experiencia recae sobre nuestra pasada administración, que cuenta con más de 25 años de maestría del mercado y que fue nombrada bajo el nombre de FELIX A PULIDO, destacándose con proyectos de alta gama en todo el país ha logrado filtrarse como una de las mejores alternativas de fachadas para su proyecto. Aun contamos con nuestro excelente grupo de trabajo que con una alta competitividad laboral y con amplios conocimientos seguiremos dando solución a su proyecto.

### 1.2 MISIÓN

REFLECTAR siempre busca alta rentabilidad para los beneficiarios de sus clientes, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes en el mercado capitalino y en el mercado nacional se fabrica y comercializa

### 1.3 VISIÓN

“Consolidamos en el año 2020 la mejor empresa a nivel nacional en la fabricación, suministro e instalación de fachadas en aluminio, cristal, acero y alucobond.”

### 1.4 COMPROMISO

La compañía FP Reflectar Panels & Glass S.A.S. se ha destacado en la elaboración de proyectos especiales, ajustándose a las necesidades del cliente tanto de personales, empresariales como profesionales.

Contamos con un excelente equipo humano calificado para satisfacer sus necesidades una amplia infraestructura y de transporte que soporta y garantiza cada uno de nuestros proyectos.

### 1.5 FILOSOFIA

Nuestra filosofía se basa en principios únicos de responsabilidad, compromiso y estética que con años de experiencia se ha ido fortaleciendo, posicionando dentro de la más viable opción para su trabajo

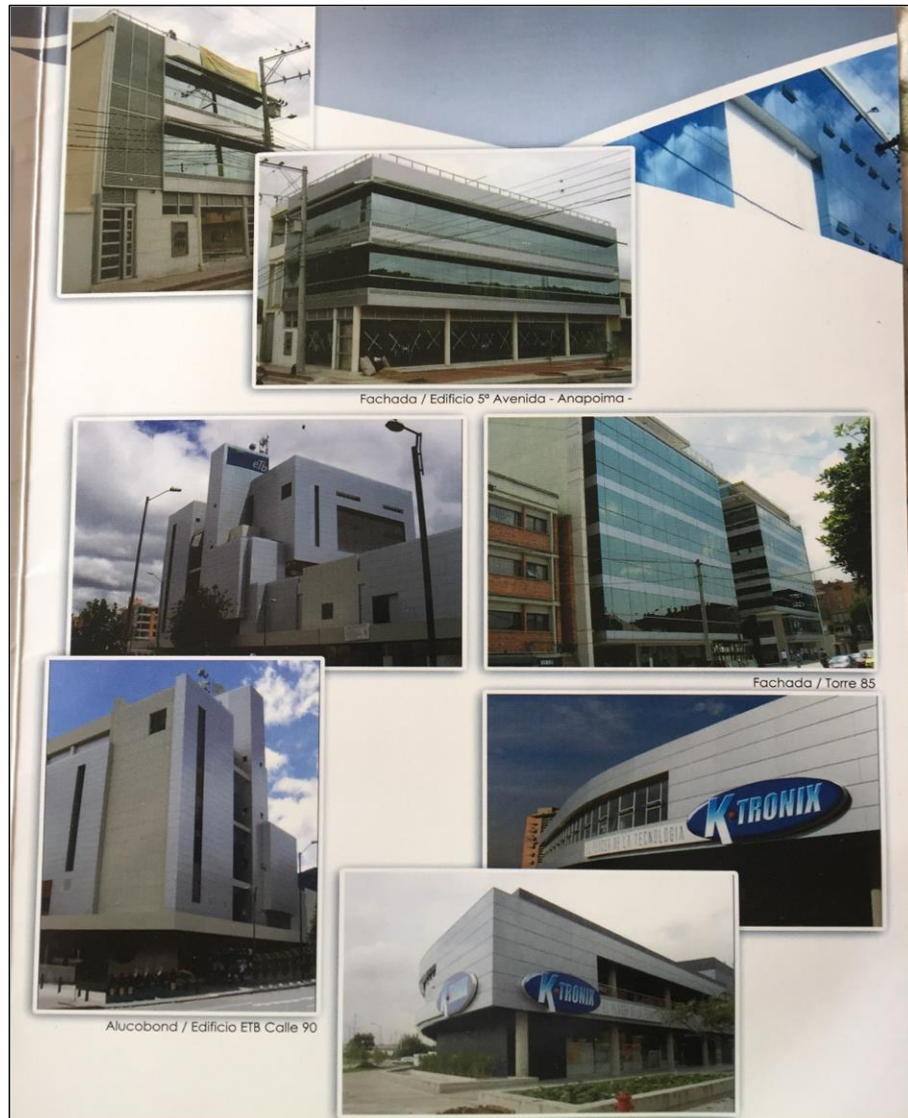
## 1.6 OBRAS EJECUTADAS POR FP REFLECTAR PANELS & GLASS S.A.S.

La empresa se ha hecho cargo de gran cantidad de obras en Colombia, principalmente en Bogotá, a medida que la empresa ha crecido los proyectos han sido cada vez más grandes e importantes, las construcciones mostradas son unos de los proyectos realizados y finalizados por la compañía.

- Alucobond
- Fachadas flotantes
- Ventaneria en aluminio
- Cristales templados



Imagen 1. Obras FP Reflectar Panels & Glass S.A.S.



Fuente: FP Reflectar Panels & Glass S.A.S.

Imagen 2. Obras FP Reflectar Panels & Glass S.A.S.

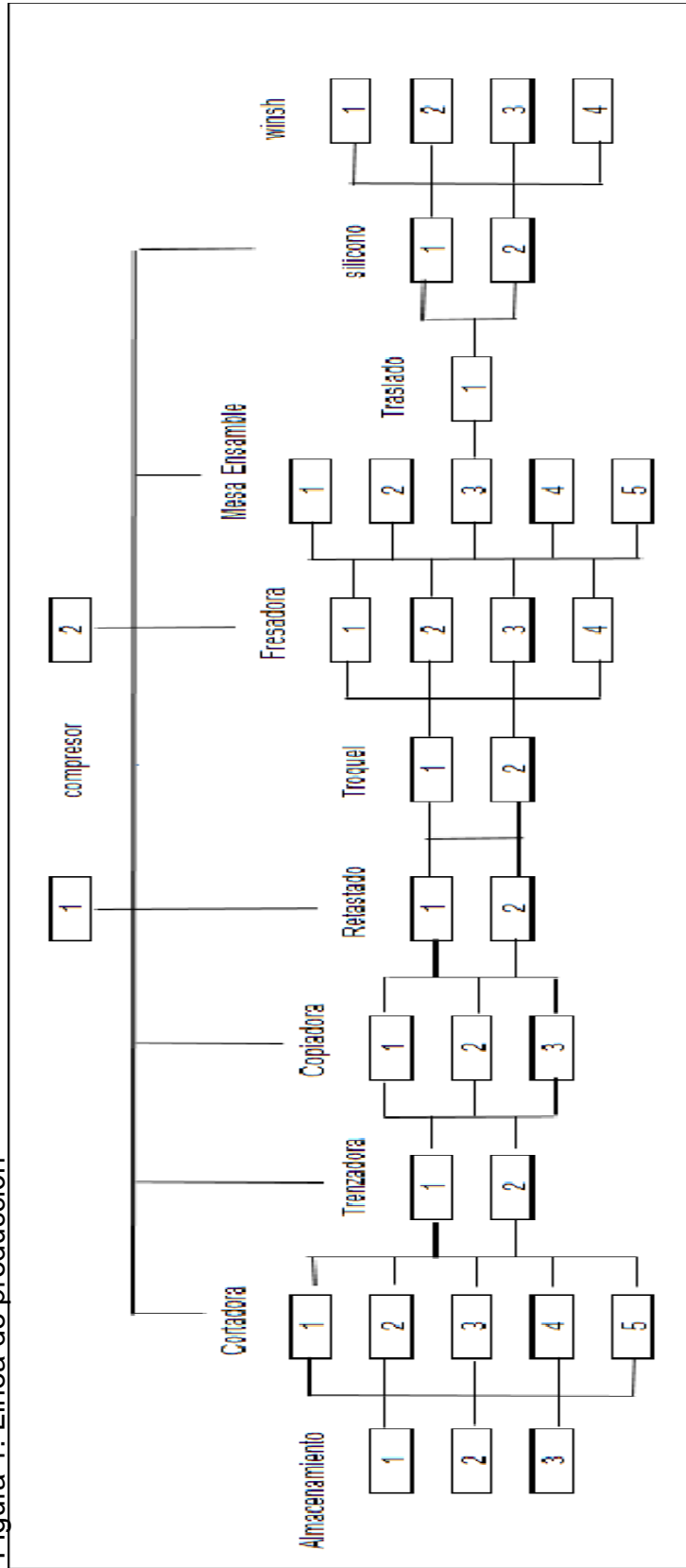


Fuente: FP Reflectar Panels & Glass S.A.S.

## 1.8 DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso de producción de FP Reflectar Panels & Glass S.A.S. inicia en un cuarto de almacenamiento donde se tienen los perfiles de aluminio en determinadas longitudes y de ahí se trasladan a las cortadoras en donde se les dará la forma solicitada por el cliente. Luego sigue a las tronzadoras, copiadoras y retastadoras en donde se formaran unos elementos llamados “cajas”. Cada una de los anteriormente nombrados, crean una caja con un propósito diferente como el de sostener el perfil con la estructura y el de sostener el vidrio con el perfil. Al seguir con el troquel, se le dará la forma necesaria para terminar de darle las curvas o geometría que necesite el perfil por las especificaciones solicitadas. Una vez definida la forma se traslada a la fresadora, donde se crean agujeros de determinados diámetros para la unión de elementos y el ingreso de tornillos sujetadores u otros elementos para unir. Después se llevan a las mesas neumáticas en donde por medio de taladros neumáticos y cilindros con movimiento se crea la unión de las piezas del perfil de aluminio con las cajas y demás elementos. Acto seguido, se suben a una estructura la cual va en un camión especial de traslado de perfiles con opción de transportar elementos de gran magnitud. Es llevado al siguiente paso el cual es el siliconado, en donde se une el vidrio al perfil. Es sellado y aislado para el armado de la estructura o panel al sitio de ensamble. Todos estos procesos son efectuados por un sistema neumático en donde se encuentran dos compresores que alimentan cada sistema y cuando este armada la estructura o panel de cristal es entregado a la obra.

Figura 1. Línea de producción



1.7.1 Cortadora de banco: Es una cortadora montada sobre un banco que emplea un mecanismo compuesto para incrementar su poder. El banco proporciona una plataforma sólida y estable en la que el usuario puede cortar las piezas de metal usando un cigüeñal.

1.7.2 Copiadora: Es la encargada de generar diferentes ranuras a los perfiles para la sujeción en el momento de anclaje a la estructura, esta como su nombre lo indica hace la misma ranura en los sitios necesarios solicitados por el operador, copiando así las medidas y geometría.

1.7.3 Re testadora: Es una maquina diseñada para mecanizar los extremos de los perfiles como son la chambrana y traslape, donde sin importar la marca de los perfiles se puede ajustar la altura y profundidades de corte.

1.7.4 Troquel: Es una herramienta que montada en una presa permite realizar diversas operaciones tales como el doblado, perforado, marcado y corte sobrante, entre otras.

1.7.5 Fresadora: Es una maquina utilizada para realizar trabajos mecanizados por arranque de viruta, mediante movimientos de herramientas rotativas de varios filos en donde se denomina fresa, el fresado puede mecanizar diversos materiales, en este caso se trata los metales.

1.7.6 Winche: Es una estructura con gran capacidad de carga diseñado para traer cargas a través de una superficie horizontal, este está impulsado por un motor eléctrico o hidráulico que hace funcionar los engranajes, haciendo que el cable del winche ascienda o descienda de la superficie. Este es controlado por medio de controles.

## 1.8 OBRAS VIGENTES AÑO 2015 A 2016

La empresa FP Reflectar Panels & Glass S.A.S. cuenta con contratos con diferentes tipos de empresas:

-Sigma por valor de \$ 6.800.000.000

-Jasban 106 por valor de \$ 2.000.000.000

-San mateo (con concreto) por valor de \$ 1.600.000.000

-Avianca 26 con Cali por valor de \$ 2.500.000.000

## 1.9 ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL

La empresa no tiene un mantenimiento planificado para la maquinaria, en la actualidad esta área funciona por medio de la señora Wendy Romero, quien es la encargada de recibir las anotaciones o comentarios de los operarios cuando un equipo falla. En el momento que eso sucede la encargada se comunica con proveedores para que generen una inspección y comuniquen el motivo de la falla, costo de reparación, costo de mano de obra y duración de la reparación. Determinado esto se procede a la reparación del equipo, la cual puede durar de dos a tres días siendo una falla simple o compleja, ya que la organización del proceso y del personal contratado no es la mejor, observando grandes pérdidas de tiempo en producción, generado esto impactos económicos y de cumplimiento a clientes, generándole grandes problemas a la empresa. Por dichas observaciones es importante el desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento para la maquinaria de esta compañía.

## 2. DESCRIPCION MAQUINARIA

Se describirá las máquinas y características de la empresa FP REFLECTAR PANELS & GLASS S.A.S. La información de las maquinas es otorgada por catálogos de las empresas fabricantes, en este capítulo se nombran los equipos generales de la línea, teniendo en cuenta que existen más con el mismo objetivo en la línea de producción pero con diferentes marcas o características.

### 2.1 CORTADORA

Imagen 3. Cortadora



Fuente: INDUSTRIAS AZ

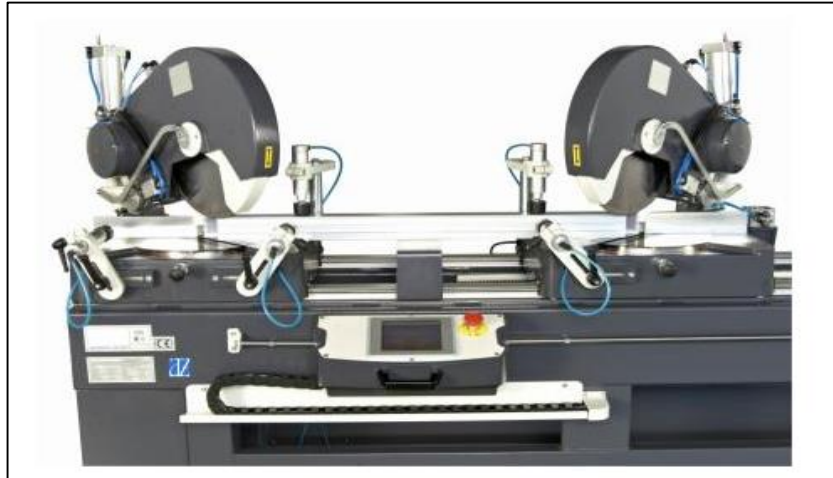
Diseñada para procesos de corte de perfiles de aluminio y PVC.

- Mesa de aluminio con aleación especial, cabina de perfil robusta, pintura electrostática resistente y duradera.
- Movimiento hidroneumático, sistema de funcionamiento automático.
- Cobertura de protección de disco.
- Desplazamiento de cabezales para cortar hacia el exterior entre 90°-45° y hacia el interior y en todos los otros ángulos entre 45°-90°.
- Con 3 servo motores, rápido y desplazamiento seguro.
- Con PLC, proceso de serie y precisa medición.
- Proceso de programación y larga memoria.
- Corte de perfil.

- Corte de perfiles largos con la ayuda de alimentador.
- Pie ajustable al suelo que puede aislar vibraciones.
- Disco de 500 mm. (2 piezas).
- Alimentador.
- Llaves de servicio.
- Sistema de lubricación.

## 2.2 TRONZADORA

Imagen 4. Tronzadora



Fuente: INDUSTRIAS AZ

Diseñada para procesos de corte de perfiles de aluminio y PVC.

- Mesa de aluminio con aleación especial, cabina de perfil robusta, pintura electrostática resistente y duradera.
- Movimiento hidroneumático, sistema de funcionamiento automático.
- Cobertura de protección de disco.
- Desplazamiento de cabezales para cortar a 45°-90° y en todos los otros ángulos entre 45°-90°.
- Con PLC, proceso de serie y precisa medición.



- Proceso de programación y larga memoria.
- Corte de perfil.
- Corte de perfiles largos con la ayuda de alimentador.
- Pie ajustable al suelo que puede aislar vibraciones. Disco de 400 mm. (2 piezas).
- Llave de servicio.

### 2.3 MESA DE ENSAMBLE

Imagen 5. Mesa ensamble



Fuente: INDUSTRIAS AZ

El plano de apoyo de trabajo es un perfil extorsionado de aluminio lacado y protegido en su zona de trabajo con perfil de goma, su conjunto especialmente diseñado para que se deslice sobre rodamiento de bolas consiguiendo una amplitud de 3.000 mm mínimo a 4.000 mm máximo, disponiendo de frenos para fijar la dimensión deseada. Dispone de sus conexiones eléctricas y neumáticas, portarrollos de pelo y goma y cajas PVC para accesorios y lomillería, soportes de apoyo para máquinas portátiles, ventosas niveladoras del banco.

- Peso 172 kg
- Peso con embalaje 190 kg
- Dimensiones del embalaje 1850x 900 x250 mm

## 2.4 WINCHE

Un Winche es un dispositivo poderoso diseñado para jalar una carga a través de una superficie horizontal. Un Winche está impulsado por un motor eléctrico o hidráulico que hace funcionar un set de engranajes. Estos engranajes encienden otro que hace que el cable del Winche funcione.

Imagen 6: winche



FUENTE: APR INGENIEROS

- Velocidad de Izaje 4 m/min – 20 m/min
- Potencia 20hp
- Cable Según capacidad
- Freno Electromagnético de discos
- Control Operador universal trifásico, botoneras de, mando
- Sistema eléctrico: En cofre metálico con circuito eléctrico programado.
- Sistema electrónico: Variadores de Frecuencia para control de velocidad

## 2.5 FRESADORA

Imagen 7. Fresadora



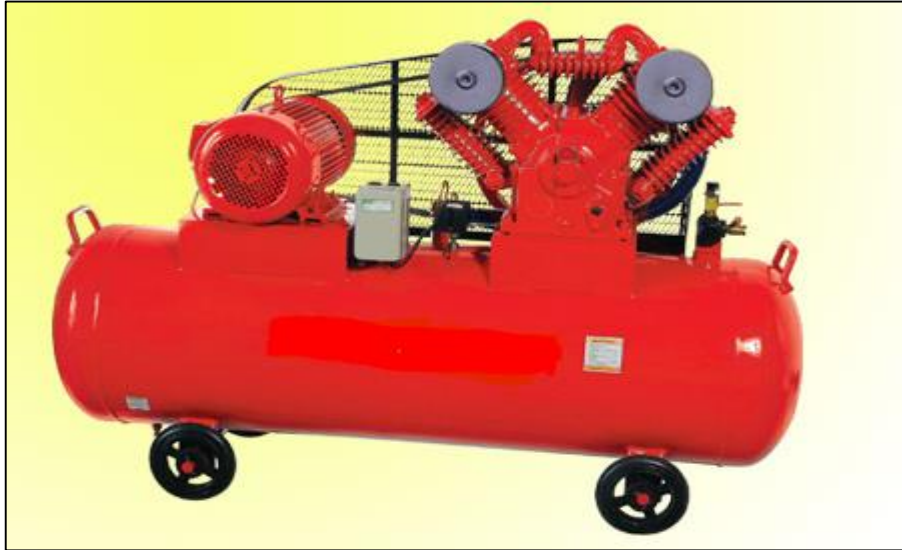
Fuente: TECNOLOGICOCARLOSSISNERO

- Caja de avances la cual es un mecanismo constituido por una serie de engranajes ubicados en el interior del bastidor
- Caja de velocidades consta de una serie de engranajes que pueden acoplarse según diferentes relaciones de transmisión para permitir una extensa gama de velocidades
- Husillo de trabajo es esencial de la maquina ya que sirve de soporte a la herramienta y dota el movimiento a través de la caja de velocidades

## 2.6 COMPRESOR

Sistema fundamental para el funcionamiento de la línea de producción en la empresa.

Imagen 8. Compresor



Fuente: Compresor, DINOPOWER

- 2 etapas de alta presión
- Compresor de alto presión 12.5 Bar
- Electro motor trifásico
- Transmisión de correas
- Cabezal de hierro
- Presostato y regalador de aire

## 2.7 SILICONADORA

Este equipo es uno de los principales y más innovadores en el proceso de la empresa ya que tiene un sellado interno el cual permite llevar la estructura lista para el ensamble a la fachada.

- Sistema de flujo continuo
- Sistema neumático
- Lubricantes, reguladores y filtros
- Drenaje automático de agua
- Herramienta especializada

Imagen 9. Siliconadora



Fuente: FP Reflectar Panels & Glass S.A.S

## 2.8 COMPRESOR DE TORNILLO

Imagen 10. Compresor de tornillo



Fuente: FP Reflectar Panels & Glass S.A.S

Características:

- Mínimos niveles de ruido (65-68 dB) y las dimensiones reducidas ofrecen libertad de instalación.

- Accionamiento por correa trapezoidal de alta eficiencia sin apenas pérdida de potencia en la transmisión.
- Compresión de aire de alta eficiencia con un conjunto de tornillo rotativo sin contacto de metal con metal.
- El elemento de compresión de tipo tornillo asimétrico en baño de aceite ofrece una fiabilidad y eficiencia probadas.
- Controlador electro neumático para facilitar el control.
- Diseño que facilita el mantenimiento con una puerta de apertura frontal.
- Pre separación de alta eficiencia, con una vida útil óptima del cartucho separador de aceite.
- Descarga silenciosa y automática del condensado.

## 2.9 COPIADORA

Maquina semiautomática con funcionalidad para realizar cerraduras de boca de llave, bisagras y fresados especiales.

Imagen 11. Copiadora



Fuente: INDUSTRIAS AZ

- Potencia motor Disco: 1,5Kw
- Potencia total instalada: 2Kw
- Presión de trabajo aire: 6 ÷ 7 Bar

- Alimentación eléctrica: 230 / 400V - 50 ÷ 60 Hz
- Revoluciones Husillo: 15.350 rpm
- Diámetro Fresolín: 5mm, 6mm y 8mm
- Diámetro Mango Fresolín: 8mm
- Capacidad de Fresado: 255x110x110 mm. (X,Y,Z)

## 2.10. RESUMEN DE MAQUINARIA

Cuadro 1. Resumen de maquinaria

Cantidad	Maquinaria
1	Cortadora
2	Cortadora
3	Cortadora
4	Cortadora
5	Cortadora
6	Cortadora
1	Tronzadora
2	Tronzadora
1	Copiadora
2	Copiadora
1	Retestadora
2	Retestadora
1	Troquel
2	Troquel
1	Fresadora
2	Fresadora
1	Mesa ensamble
2	Mesa ensamble
3	Mesa ensamble
4	Mesa ensamble
5	Mesa ensamble
6	Mesa ensamble
1	Siliconadora
2	Siliconadora
3	Siliconadora
1	Winshe
2	Winshe
3	Winshe
4	Winshe
5	Winshe
1	Compresor
2	Compresor



### 3. CODIFICACIÓN

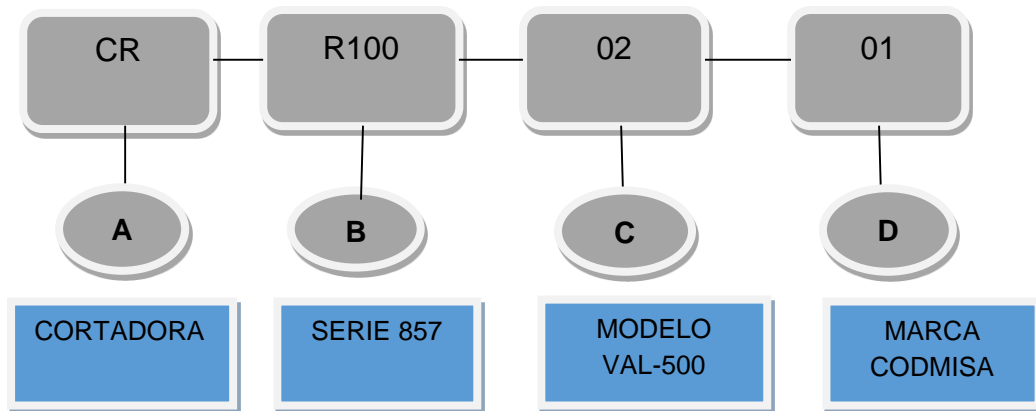
La codificación es un objetivo primordial para el buen desarrollo de un plan de mantenimiento planificado, ya que por medio de este sistema se maneja una identificación e historial de cada máquina, creando así un orden en el área de mantenimiento.

La empresa FP REFLECTAR PANELS & GLASS S.A.S. generó una codificación con el objetivo de hacer un inventario de la empresa a nivel general, por lo tanto fue solicitado tener en cuenta esta codificación existente, la cual fue nombrada en este proyecto como codificación simple. El sistema empleado para la codificación simple fue con la letra R y con números del 1 al 500, siendo como ejemplo el R200 que es un elemento de la empresa. A partir de esto se establecieron 3 criterios más para generar una codificación clara y que tenga datos específicos e importantes a la hora de diferenciar los equipos.

Los criterios establecidos para la realización de la codificación fueron:

- Tipo De Maquina (A)
- Codificación Simple Y Serie (B)
- Modelo Del Equipo (C)
- Marca (D)

Figura 2. Sistema de codificación



En el diagrama anterior se muestra los criterios alfanuméricos que diferencian la maquinaria de la empresa, manejando criterios claros y puntuales a la hora de necesitar información sobre alguna máquina.



Cuadro 2. Criterio de codificación A

Parámetro	Letra	Código numérico	Descripción
Tipo de equipo	A	CR	Cortadora
		TR	tronzadora
		CO	copiadora
		RT	re testadora
		TQ	troquel
		FR	fresadora
		ME	mesa de ensamble
		SI	siliconadora
		WS	winsh
		CP	compresores

Para realizar el criterio B se puso este sello en cada una de las máquinas que se les va a implementar el mantenimiento ya que ayuda a una mejor señalización y diferenciación de las máquinas. Este criterio es generado por la empresa y se implementó dentro de la codificación por solicitud de la misma.

Imagen 12. Sello criterio B



Cuadro 3. Criterio de codificación B

Parámetro	Letra	Código numérico	Descripción	serie
Codificación simple y serie	B	R100	Cortadora	867
		R101	Cortadora	868
		R102	Cortadora	869
		R103	Cortadora	870
		R104	Cortadora	871
		R110	Tronzadora	872
		R111	Tronzadora	873
		R112	Copiadora	874
		R113	Copiadora	875
		R114	Troquel	876
		R115	Troquel	877
		R120	Fresadora	878
		R121	Fresadora	879
		R131	mesa de ensamble	880
		R132	mesa de ensamble	881

Cuadro 3. (Continuación)

Parámetro	Letra	Código numérico	Descripción	serie
Codificación simple y serie	B	R133	mesa de ensamble	882
		R134	mesa de ensamble	883
		R135	mesa de ensamble	884
		R150	siliconadora	885
		R151	siliconadora	886
		R152	Winsh	887
		R153	Winsh	888
		R154	Winsh	889
		R155	Winsh	890
		R156	retestdora	891
		R157	retestdora	892
		R158	compresores	893
		R159	compresores	894
		R160	siliconadora	895
R162	compresores	896		

Cuadro 4. Criterio de codificación C

Parámetro	Letra	Código numérico	Descripción	Modelo
Modelo	C	2	Cortadora	val-500
		4	Cortadora	tk 101 m
		6	Cortadora	c-1300
		8	Tronzadora	az-ul-400
		10	Copiadora	550-049
		12	Retestadora	tk911ce
		14	Troquel	tk 103
		16	Fresadora	zj5132
		18	Fresadora	jaguar
		20	Mesa De Ensamble	mtmb-5000
		22	Siliconadora	427af300-5
		24	Winsh	long
		26	Compresores	ukq-32 mb
		28	Compresores	cai840318
		29	Siliconadora	437
		30	Compresor	sonetto20-10
31	Copiadora	fc400		

Cuadro 5. Criterio de codificación D

Parámetro	Letra	Código numérico	Marca
Marca	D	1	Codmisa
		2	Tekna
		3	Apr industrias
		4	Industrias az
		5	Next tools
		6	Jaguar
		7	Jc
		8	Industrias hyg
		9	Hyg
		10	Alup

Cuadro 6. Codificación maquinaria

Tipo	Código
Cortadora	CR-R100-02-01
	CR-R101-04-02
	CR-R102-04-02
	CR-R103-06-04
	CR-R104-06-04
Tronzadora	TR-R110-08-04
	TR-R111-08-04
Copiadora	CO-R112-10-02
	CO-R113-31-04
Retestadora	RT-R156-12-02
	RT-R157-12-02
Troquel	TQ-R114-14-02
	TQ-R115-14-02
fresadora	FR-R120-16-05
	FR-R121-18—06

Cuadro 6. (Continuación)

Tipo	Código
mesa ensamble	ME-R131-20-04
	ME-R132-20-04
	ME-R133-20-04
	ME-R134-20-04
	ME-R135-20-04
Siliconadora	SI-R150-22-08
	SI-R151-22-08
	SI-160-29-09
Winsh	WS-R152-24-03
	WS-R153-24-03
	WS-R154-24-03
	WS-R155-24-03
Compresores	CP-R158-26-07
	CP-R159-28-07
	CP-R161-30-10

- Codificación subsistemas

Se tomó el mismo código del sistema generado anteriormente, agregándole un criterio más, el cual es el que diferencia cada parte de una máquina, siendo diferente para cada uno de los sistemas, el criterio es llamado criterio E.

Cuadro 6. Subsistemas

Parámetro	Letra	SISTEMA	SUBSISTEMA	CODIGO
Subsistema	E	Compresor	Tanque	10
			Eléctrico	11
			Accesorios de seguridad	12
			MOTOR	13
			Compresor	14
		Winche	Cable	15
			Montaje	16
			Eléctrico	17
			frenos	18
			Motor	19
		Siliconadora	Alimentación	20
			Mangueras	21
			pistola	22
			mangueras	23
			elementos seguridad	24
			Neumático	25
		Cortadora	Corte	26
			Loncha	27
			cadenas, engranajes	28
			guías de desplazamiento	29

Cuadro 7. (Continuación)

Parámetro	Letra	SISTEMA	SUBSISTEMA	CODIGO
Subsistema	E	Cortadora	eléctrico	30
			bomba refrigerante	31
			Motor	32
			estructura	33
		fresadora	estructura	34
			bomba refrigerante	35
			trasmisión	36
			Husillos	37
			guías de desplazamiento	38
			eléctrico	39
		mesa ensamble	estructura	40
			Neumático	41
			pistola	42
		Tronzadora	Corte	43
			Loncha	44
			cadenas, engranajes	45
			guías de desplazamiento	46
			eléctrico	47
			bomba refrigerante	48
			Motor	49
			Estructura	50
Neumáticos	51			



## 4. ANALISIS DE CRITICIDAD.

En este capítulo se analizará los equipos más críticos de la línea de producción, donde se observará y determinará cuáles son los equipos más importantes y necesarios a intervenir inmediatamente.

### 4.1 TERMINOS Y CONCEPTOS PARA EL ANALISIS

Uno de los puntos a analizar para desarrollar el plan de mantenimiento planificado en la empresa FP REFLECTAR PANELS & GLASS S.A.S, es un análisis de criticidad en el cual se maneja una metodología que permite tener jerarquías en la empresa o instalaciones, donde se empieza a determinar por qué campo se va a realizar el análisis. Dentro de estas jerarquías tenemos sistemas, equipos, elementos de un equipo, he instalaciones o lo que hagan parte de ellas. En cada uno de ellos debemos observar el impacto total obtenido por la frecuencia de fallas, por la severidad, los defectos en la maquinaria, el daño al personal o ambiental, la pérdida o retraso en la producción y los daños. Llegando a determinar cuáles son las máquinas más críticas en la línea de producción. Identificaremos algunos conceptos que tomaremos en cuenta para el desarrollo del análisis en la empresa FP REFLECTAR PANELS & GLASS S.A.S y por consiguiente serán reflejados no solo en este capítulo sino en el resto del proyecto.

4.1.1 Análisis de criticidad de modo de falla y efectos: determinaremos el método para cuantificar las consecuencias, fallas, impacto, partes de un sistema y frecuencia en la cual se presenta una falla, para ver que partes están presentando mayor problema en la planta de FP REFLECTAR PANELS & GLASS S.A.S y estén afectado la funcionalidad de la línea, confiabilidad, mantenibilidad, costos y riesgos, con el fin de eliminarlas o de evitarlas.

4.1.2 Causa de falla: observar las circunstancias que pueden estar generando la falla como lo son el diseño, instalación, uso y mantenimiento.

4.1.3 Efecto de falla: es la forma en que la falla se manifiesta, como se ve perturbado el sistema ante la falla del equipo o activo, ya sea local o en otra parte del sistema.

4.1.4 Contexto operacional: analizar todo lo relacionado con el entorno de la empresa donde se incluye las operaciones, ambiente, calidad y seguridad en la empresa.

4.1.5 Criticidad: riesgo el cual permite generar prioridades de proceso en el mantenimiento, así facilitando una toma de decisiones efectivas para el mejoramiento del proceso productivo, direccionando mayor enfoque de trabajo y recurso en determinadas áreas con el fin de mejorar la confiabilidad .

4.1.6 Mecanismo de falla: la forma en la cual se generó la falla sea físico, uso, deterioro , químico.

4.1.7 Prioridad: es la importancia que le daremos a determinadas tareas que puedan generar mayor dificultad en la línea de producción.

4.1.8 Riesgo: es la probabilidad que podemos llegar a tener una perdida en la línea productiva, personal, instalaciones y este se expresa por medio de unidades monetarias expresado como.

$$R(t) = P(t) \times C$$

R(t) :riesgo en función del tiempo

P(t): probabilidad de ocurrencia en función del tiempo

C: consecuencias

## 4.2 METODOLOGIA DEL ANALISIS DE CRITICIDAD

El método que utilizaremos es el (CTR) criticidad total por riesgo el cual es un proceso semi-cuantitativo, portado por el contexto de riesgo, entendido como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad del mismo. Los siguientes datos y metodología hechos en este capítulo son por el libro ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos.

Se presentaran las formulas necesarias para efectuar dicho método:

- Criticidad por riesgo del equipo

$$CTR = FF \times C$$

CTR: criticidad por riesgo

FF: frecuencia de falla

C: consecuencia de falla

- Valor de consecuencia

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

IO: Factor de impacto operacional

FO: Factor de flexibilidad operacional

CM: Factor de costos de mantenimiento

SHA: Factor de seguridad, higiene, ambiente

- Priorización de CRT

$$CTR = FF \times ((IO \times FO) + CM + SHA)$$

4.2.1 Frecuencia de falla: se evalúa el número de fallas que se encuentran en determinados tiempos dentro de la operación.

Cuadro 8. Frecuencia de falla

ESCALA	NIVEL	DESCRIPCION
1	Nunca	Menos de 1 falla cada mes
2	casi nunca	De 5 a 10 fallas cada mes
3	Seguido	DE 10 a 20 fallas cada mes
4	muy seguido	Más de 20 fallas cada mes

Fuente: PARRA Carlos, CRESPO Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad a la gestión de activos {En línea}. {19 septiembre 2015}

4.2.2 Impacto de seguridad y salud: se evalúa el nivel de riesgo que genera la falla para los operarios.

Cuadro 9. Impacto de seguridad y salud

ESCALA	NIVEL	DESCRIPCION
1	No genera	Impacto de seguridad y salud
2	Genera	lesiones de no incapacidad
3	Genera	lesiones incapacitantes
4	Catastrófico	perdida de vida humana

Fuente: PARRA Carlos, CRESPO Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad a la gestión de activos {En línea}. {19 septiembre 2015}

4.2.3 Impacto ambiental: se evalúa el riesgo que puede generar la falla para el medio ambiente tanto dentro como fuera de las instalaciones.

Cuadro 10. Impacto ambiental

ESCALA	NIVEL	DESCRIPCION
1	No genera	Daños ambientales
2	Controlable	No genera daños ambientales, costos menores
3	Sensible	Daños ambientales recuperables a largo plazo
4	catastrófico	Cierre de operación

Fuente: PARRA Carlos, CRESPO Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad a la gestión de activos {En línea}. {19 septiembre 2015}

4.2.4 Impacto operacional: se analiza el porcentaje de pérdidas de producción por el no funcionamiento de algún sistema por alguna falla generada

Cuadro 11. Impacto operacional

ESCALA	NIVEL	DESCRIPCION
2	Perdida de producción entre 10% al 25%	No afecta la producción
4	Perdida de producción entre 25% al 50%	Altera la ejecución normal
6	Perdida de producción entre 50% al 75%	Riesgo de paro de producción
8	Perdida de producción entre 75% al 100%	Paro total de la producción

Fuente: PARRA Carlos, CRESPO Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad a la gestión de activos {En línea}. {19 septiembre 2015}

4.2.5 Flexibilidad operacional: se analiza el tiempo de respuesta para reparar el Sistema y que pueda seguir su normal funcionamiento.

Cuadro 12. Flexibilidad operacional (mantenibilidad)

ESCALA	NIVEL
1	Tiempo de reparación menor a 60 min
2	Tiempo de reparación menor a 1 día
3	Tiempo de reparación entre 1 a 2 días
4	Tiempo de reparación mayor a dos días

Fuente: PARRA Carlos, CRESPO Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad a la gestión de activos {En línea}. {19 septiembre 2015}

4.2.6 Costo de mantenimiento: se evalúa el porcentaje del precio de reparación.

Cuadro 13. Costo de mantenimiento

ESCALA	NIVEL	DESCRIPCION
1	Entre 10% al 25%	Mayor al precio de adquisición
2	Entre 25% al 50%	Mayor al precio de adquisición
3	Entre 50% al 75%	Mayor al precio de adquisición
4	Entre 75% al 100%	Mayor al precio de adquisición

Fuente: PARRA Carlos, CRESPO Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad a la gestión de activos {En línea}. {19 septiembre 2015}

4.2.7 Matriz de criticidad: en esta podemos observar el nivel de criticidad, después de haber evaluado cada uno de los criterios anteriores obtenemos un resultado numérico siendo este el que relacionamos con la matriz y determinamos la posición de criticidad de la maquina evaluada.

Cuadro 14. Matriz de criticidad

F R E C U E N C I A	5	M	M	Δ	MA	MA
	4	M	M	Δ	Δ	MA
	3	B	M	M	Δ	MA
	2	B	B	M	Δ	MA
	1	B	B	M	Δ	MA
		1	2	3	4	5
		<u>CONSECUENCIAS</u>				

Fuente: PARRA Carlos, CRESPO Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad a la gestión de activos {En línea}. {19 septiembre 2015}

4.2.8 Resultados de criticidad. Se va a generar la evaluación de todos los aspectos anteriormente nombrados para observar el nivel de criticidad de cada una de las máquinas, este análisis se genera con ayuda de algunos operarios y la encargada de la operación.

Cuadro 15. Resultados de criticidad

Tipo	Código	Frecuencia de falla	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Impacto de seguridad	Impacto ambiental	costo de mantenimiento	consecuencia	nivel de criticidad	calificación
	CR-R100-02-01	3	6	3	3	3	2	26	78	C
	CR-R101-04-02	2	6	3	3	3	2	26	52	C
	CR-R102-04-02	2	6	3	3	3	2	26	52	C
cortadora	CR-R103-06-04	1	6	3	3	3	2	24	24	NC
	CR-R104-06-04	1	6	3	3	3	2	24	24	NC
	TR-R110-08-04	2	2	3	2	2	2	11	22	NC
Tronzadora	TR-R111-08-04	2	2	3	2	2	2	11	22	NC
	CO-R112-10-02	2	4	3	2	2	2	18	36	NC
Copiadora	CO-R113-31-04	2	4	3	2	2	2	18	36	NC
	RE-R156-12-02	2	2	3	2	2	2	12	24	NC
retestadora	RE-R157-12-02	2	2	3	2	2	2	12	24	NC
	TQ-R114-14-02	2	2	3	2	2	2	12	24	NC
troquel	TQ-R115-14-02	2	2	3	2	2	2	12	24	NC

Cuadro 15. (Continuación)

Tipo	Código	Frecuencia de falla	impacto operacional	Flexibilidad operacional	Impacto de seguridad	Impacto ambiental	costo de mantenimiento	consecuencia	nivel de criticidad	calificación
	FR-R120-16-05	3	4	3	3	2	2	19	57	C
fresadora	FR-R121-18-06	3	4	3	3	2	2	19	57	C
	ME-R131-20-04	2	4	3	2	2	1	17	34	NC
	ME-R132-20-04	2	4	3	2	2	1	17	34	NC
	ME-R133-20-04	2	4	3	2	2	1	17	34	NC
mesa ensamb	ME-R134-20-04	2	4	3	2	2	1	17	34	NC
	ME-R135-20-04	2	4	3	2	2	1	17	34	
	SR-R150-22-08	3	8	3	3	3	2	32	96	C
Siliconadora	SR-R151-22-08	2	8	3	3	3	2	32	64	C
	SI-160-29-09									
	WS-R152-24-03	3	8	3	4	2	1	31	93	C
winsh	WS-R153-24-03	3	8	3	4	2	1	31	93	C
	WS-R154-24-03	3	8	3	4	2	1	31	93	C
	WS-R155-24-03	3	8	3	4	2	1	31	93	C
	CP-R158-26-07	4	8	3	3	2	3	32	128	C
Compresores	CP-R159-28-07	3	8	3	3	2	2	31	93	C
	CP-R161-30-10	1	8	3	3	2	2	31	31	NC

En los siguientes gráficos se observaran las maquinarias con más nivel de criticidad en la empresa, por lo tanto son las más primordiales de establecer un mantenimiento planificado

En el grafico 1 se observa que las máquinas que posee la empresa el 52% se encuentra en un nivel crítico y el 48% en nivel no crítico.

Gráfico 1. Resultado de criticidad general de la empresa



En los siguientes gráficos se van a observar los porcentajes de criticidad de las máquinas que obtuvieron un nivel crítico, siendo unos de los más importantes para resaltar dentro de este análisis.

Gráfico 2. Resultado de criticidad de la cortadora.





Grafico 3. Resultado de criticidad de los compresores.



Gráfico 4. Resultado de criticidad de los winche



Cuadro 16. Maquinas críticas.

MAQUINA	CODIGO	CRITICAS
Cortadora	CR-R100-02-01	C
	CR-R101-04-02	C
	CR-R102-04-02	C
	CR-R103-06-04	C
	CR-R104-06-04	C
Siliconadora	SI-R150-22-08	C
	SI-R151-22-08	C
	SI-160-29-09	C
winsh	WS-R152-24-03	C
	WS-R153-24-03	C
	WS-R154-24-03	C
	WS-R155-24-03	C
Compresores	CP-R158-26-07	C
	CP-R159-28-07	C
	CP-R161-30-10	C

La información y el proceso realizado para hallar maquinas críticas y lo anteriormente visto se encuentra en el anexo A.

## 5. ANALISIS DE FALLA

En este capítulo se va a analizar los componentes de cada máquina tanto eléctricos como mecánicos, los cuales pueden determinar la causa de falla de los equipos, utilizando este método se busca mejorar la frecuencia de fallas, reducción de costos he impacto en la empresa.

Para ejecutar este análisis de falla hay que recopilar la mayor información, la cual se analizó durante 3 meses en los cuales se observaron algunas fallas en determinadas máquinas.

A partir de lo anterior se genera el (AMFE) análisis de modo de falla y efectos, para observar cuales son las fallas que son más ocurrentes o que tienen una gran probabilidad que ocurran. Hay que detectar la gravedad, incidencia y detectabilidad, para poder hallar el número prioritario de riesgo (NPR).

Los criterios que a continuación se van a mencionar son los necesarios para hacer los análisis nombrados.

-Severidad: se analiza el efecto de falla en el cliente.

Cuadro 17. Grado de severidad

EFECTO	RANGO	CRITERIO
NO	1	Sin efecto
MUY POCO	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del articulo sistema
POCO	3	Cliente algo molesto. Poco efecto en el desempeño del sistema
MENOR	4	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del sistema
MODERADO	5	El cliente se siente algo insatisfecho . Efecto moderado en el desempeño del sistema
SIGNIFICATIVO	6	El cliente se siente algo inconforme. El desempeño del sistema se ve afectado, pero es operable y esta a salvo.
MAYOR	7	El cliente esta insatisfecho. El desempeño del articulo se ve seriamente afectado, pero es funcional y esta a salvo. Sistema afectado
EXTREMO	8	El cliente muy insatisfecho. Articulo inoperable. Pero salvo
SERIO	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de descuntinuar el uso sin perder tiempo , dependiendo de la falla.
PELIGRO	10	Efecto peligroso. Seguridad realacionada- falla repentina .

FUENTE: Lean solution

-Ocurrencia: Refleja el número de fallas en un periodo de tiempo.

Cuadro.18 Ocurrencia

OCURRENCIA	RANGO	CRITERIOS
REMOTA	1	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este proceso o con un producto casi indentico.
MUY POCA	2	Solo fallas aisladas asociadas con este proceso o con un proceso casi indentico.
POCA	3	Fallas aisladas asociadas con procesos similares.
MODERADA	4 5 6	Este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales
ALTA	7 8	Este proceso o uno similar han fallado a menudo
MUY ALTA	9 10	La falla es casi inevitable

FUENTE: Lean solutions

-Defectibilidad: muestra que probabilidad hay de no detectar la falla o el problema en el equipo.

Cuadro 19. Detección

PROBABILIDAD	RANGO	CRITERIO
ALTA	1	El defecto es una característica funcionalmente obvia
MEDIANAMENTE	2 5	Es muy probable detectar la falla.
BAJA	6 8	El defecto es una característica facilmente identificable
MUY BAJA	9	No es facil detectar la falla por metodos usuales o pruebas manueles. El defecto es una característica oculta
IMPROBABLE	10	La caracterisitca no se puede observar facilmente en el proceso.

FUENTE: Lean solutions

Una vez definidos estos criterios, se analiza el NPR, el cual es un valor de jerarquización de los problemas a través de la multiplicación de los anteriores ítems. Se multiplica la ocurrencia, la detección y la severidad, llegando así a una prioridad de ataque a cada modo de falla.

$NPR = \text{Ocurrencia} \times \text{Severidad} \times \text{Detección}$

Prioridad NPR

- 500-1000 Alto riesgo de falla

- 125-499 Riesgo de falla medio

- 1-124 Riesgo de falla bajo

- 0 No existe riesgo de falla

A partir de esto se inicia el análisis que se le realizará a las maquinas o componentes que fallan en la línea de producción. La plantilla que se muestra a continuación es la que se utilizara para cada maquinaria diferenciada por la codificación respectiva de cada una.

#### Formato 5. Hoja AMEF

FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS.		Hoja de AMEF	Equipo	Fecha						
			Codigo	Plan de mantenimiento						
sistema	componente	falla funcional	modo de falla	efecto de falla	accion recomendada	personal	S	O	D	NPR

Fuente: <http://www.pdcahome.com/3891/amfe-guia-de-uso-del-analisis-modal-de-fallos-y-efectos/>

Durante los últimos meses se han venido analizando y observando el mecanismo, funcionamiento y fallas que tienen los equipos o componentes del mismo, las cuales son muy propias de cada máquina, ya que la misma falla no se observa en todos los equipos que realizan la misma función, por lo tanto se analizaron e investigaron las fallas comunes en los sistemas generales y se adicionaron a los formatos, llevando un control preventivo de diferentes tipos de fallas que podrían tener algunos equipos así no hayan sido observadas en este periodo de análisis.

## Cuadro 20. Hoja AMEF


FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		Hoja de AMEF	Equipo	siliconadora		Plan de mantenimiento					
			Codigo	SI-R160-29-09							
sistema	componente	falla funcional	modo de falla	efecto de falla	accion recomendada	personal	S	O	D	NPR	Riesgo
Siliconadora	empaques	No genera suficiente presión, no funciona correctamente	los empaques son de neopreno y la presión los cristaliza, se rompen los empaques	se pierde material	cambio de empaques contantemente por el uso normal	mecanico	6	3	6	108	fala baja
	pistola	No funciona la pistola	se tapona y sube la presión, no hay buena salida del material	no es facil el siliconado	desarmar, limpiar el sistema	mecanico	7	4	4	112	falla baja
	tornillos / tuercas	inestabilidad	Se genera vibraciones, se sueltan los tornillos y tuercas	despredimiento de piezas y mal funcionamiento del sistema	constante apriete de tornillos y tuercas	mecanico	6	2	7	84	falla baja

FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		Hoja de AMEF	Equipo	Compresor		Plan de mantenimiento					
			Codigo	CP-R159-28-07							
sistema	componente	falla funcional	modo de falla	efecto de falla	accion recomendada	personal	S	O	D	NPR	Rango
Compresor	correa	no funciona el compresor	correa desgastada	ruptura de correa afectado todo el sistema del compresor	Cambiar la correa para normal funcionamiento	mecanico	10	2	8	160	Falla media

FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		Hoja de AMEF	Equipo	compresor		Plan de mantenimiento					
			Codigo	CP-R158-26-07							
sistema	componente	falla funcional	modo de falla	efecto de falla	accion recomendada	personal	S	O	D	NPR	Rango
compresor	electrico	No funciona el compresor	el voltaje entregado por la energía es muy alto y genera averias, se quemó el compresor	Paro de maquinas	implementar un regulador de voltaje y amperaje	mecanico	8	7	9	504	falla alta

FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		Hoja de AMEF	Equipo	Mesa ensamble		Plan de mantenimiento					
			Codigo	ME-R134-20-04							
sistema	componente	falla funcional	modo de falla	efecto de falla	accion recomendada	personal	S	O	D	NPR	Rango
mesa ensamble	sistema neumatico	No funciona, no genera angulos	No recibe la suficiente presión para el movimiento de los cilindros. La mesa no tiene posiciones	Se complica la unión de las piezas retrazando la línea	verificar mangueras que mandan aire al sistema, verificar uniones que no se encuentren fugas de aire bajando presión y no permitiendo el movimiento del cilindro	mecanico	8	4	6	192	falla media

Cuadro 20. (Continuación)

		Hoja de AMEF	Equipo	Wincher							
			Codigo	18-R152-24-04							
Plan de mantenimiento											
sistema	componente	falla funcional	modo de falla	efecto de falla	accion recomendada	personal	S	O	D	NPR	riesgo
wincher	sistema electrico	No funcionamiento	problemas en el contactor el sistema electrico falla	No levanta carga	revisar todo el sistema electrico, mantenimiento general	mecanico	7	2	9	126	falla media
		no funciona el control	no permite operación	no arranca el motor	verificacion de conexiones y contactor	mecanico	8	2	1	16	falla baja

Los criterios dados para hallar el NPR de cada sistema o falla de componente, fueron guiados por operarios o el personal encargado de la línea de producción.

El procedimiento para hallar el análisis de falla, los formatos y demás información se encuentra en el anexo c.

## 6. FORMATOS PARA EL MANTENIMIENTO

De acuerdo con la norma ICONTEC GTC- 62 se realizaron los siguientes formatos, en los cuales se observaran condiciones, informacion, situacion actual e historia de la maquinaria. Cada formato es exclusivo para cada maquina y de acuerdo a la operación a ejecutar se efectuara cada uno, este mecanismo es indispensable para la realizacion de un desarrollo de mantenimiento planificado.

6.1 FICHA TECNICA: documento en el que queda registrado los datos importantes de una máquina o sistema.

Basados en esta especificación por la norma Icontec GTC-62, la cual nos indicó generar un documento detallado de cada máquina, se generó este formato el cual pide diligenciar datos importantes como:

Realizado por: ingeniero responsable

Maquina: nombre o tipo de maquina sobre la cual se va a describir.

Código: número de la máquina

Datos del equipo: información como modelo, marca, año de compra, ubicación del equipo. En este se puede modificar, agregar o disminuir datos dependiendo del equipo.

Características generales: se encuentran en esta parte características de la máquina y del funcionamiento, con espacios amplios para anotar puntos característicos de la máquina y del funcionamiento.



Formato 2. Ficha técnica

	<b>Ficha tecnica</b>		Formato: 1
			Fecha:
			Pag 1 de 1
proveedor : tecsil ( cesar rico)	telefono	3142960665	
Maquina:	Siliconadora		
Codigo	17-R160-29-09		
Foto del equipo:			
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>			
Modelo: 437	Marca: HYG Industrias	Año de compra: 2013	
Ubicación equipo:	primer piso de la linea		
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>			
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>			
sistema de flujo continuo,sistema neumatico( no funciona con electricidad) reguladores,filtros,drenaje,sensores de presion			
<b>FUNCION DEL EQUIPO</b>			
siliconar el vidrio con el perfil de aluminio. Formar el sellado para empezar con el proceso de anclaje			
Realizado por:	Camilo A Garcia P		

6.2 ORDEN DE TRABAJO: instrucción escrita, la cual, define el trabajo que debe llevarse a cabo por la organización del mantenimiento.

Este es el formato que permite iniciar el proceso de mantenimiento ya que este dice detalladamente cual es el proceso a realizar en la máquina. En este formato se le solicita al personal encargado autorizar y determinar:

Trabajo a ejecutar: es el proceso que se le va a realizar a la máquina.

Tiempo autorizado: es una cantidad de horas dadas tentativamente para el mantenimiento de la máquina, esta hora no es completamente exacta ya que el proceso de reparación puede tardar más o menos de lo pronosticado.

Trabajo ejecutado: es el trabajo finalizado en la máquina, siendo el mismo del trabajo a ejecutar teniendo cambios dependiendo si son nuevas averías o cambios a medida que se está ejecutando el proceso inicial.

Elementos necesarios: son las herramientas, maquinas, objetos necesarios para ejecutar el plan de trabajo.



Repuestos necesarios: si es necesario reemplazar una parte de la máquina para la ejecución del trabajo y el mejoramiento del trabajo de la máquina, es en este espacio donde se establece.

Tiempo de parada: si es necesario apagar totalmente la producción por las horas que se está ejecutando el mantenimiento en la máquina.

Tipo de mantenimiento: se puede presentar mantenimiento correctivo, preventivo o predictivo

OT: el número de orden de trabajo.

Formato 2. Orden de trabajo

		ORDEN DE TRABAJO		Formato:
				Fecha: 17/12/15
				Pág. 1
Solicitud de trabajo # 15		Código equipo: 1E+R154-24-29		
Equipo: <i>winche</i>		Tiempo autorizado:		
Autorizo: <i>omar j</i>		Trabajo ejecutado:		
Trabajo a ejecutar:		Trabajo ejecutado:		
<i>Cambio contacto mantenimiento Aventura malacote</i>		<i>Cambio contacto se verifican buen estado malacote</i>		
Elementos necesarios:		Elementos adicionales:		
<i>Contactos</i>				
Repuestos solicitados:				
Tiempo empleado:				
		Tiempo de parada <i>6</i>		
Tipo de mantenimiento: <i>Aventura</i>				
Observaciones:				
Firma				
				
RECIBIDO PARA ESTUDIO NO IMPLICA ACEPTACION				

6.3 Solicitud de trabajo: documento en donde se solicita la realización de un determinado trabajo o que indica la existencia de una condición no admisible o anormal para su corrección. En este formato se tiene que informar con antelación la realización de un trabajo, explicando que se va a realizar en el equipo seleccionado o en el que necesite un mantenimiento. Se tienen que diligenciar los siguientes datos:

Numero de solicitud: nos informa que cantidad de solicitudes han sido generadas.

Fecha: necesaria para tener cuenta para proximos trabajos.

Equipo: Esta nos dice a que tipo de maquinaria se le va a generar el trabajo.


Solicitante : Es el responsable a generar la operación.

Codigo: El cual informa a que equipo exactamente se le va a generar el procedimiento.

Descripcion de la solicitud: Es en donde se va a informar cual va a ser el procedimiento explicito que se va a efectuar en la maquina.

Revisado por: Es el encargado de aprobar las solicitudes generadas por el solicitante.

### Formato 3. Solicitud de trabajo

		SOLICITUD DE TRABAJO		Formato:
				Fecha:
NUMERO DE SOLICITUD:		15		Pag 1
FECHA		13/12/15		
EQUIPO		winche		
SOLICITANTE		Ranew		
CODIGO		18-0154-2A-09		
DESCRIPCION DE LA SOLICITUD				
Problema control cambio y mantenimiento				
REVISADO POR:		<b>FP REFLECTAR</b> PANELESS Y GLAS NIT: 900.755.571-9 <b>ALMACEN</b>		
RECIBIDO PARA ESTUDIO				

6.4 Hoja de vida: documento en el que queda registrado los datos importantes de una máquina o sistema. Este documento es el que nos muestra todos los procesos, mantenimientos, fallas, horas y demás información de una maquina, se utiliza un formato para cada maquina ya que cada una tiene un historial diferente y propio, a este formato es al cual acudimos principalmente para saber como es su situación actual y el de su pasado ya que tiene toda la información para saber que ha vivido durante la vida productiva dentro de la empresa. En este se tiene que diligenciar los siguientes datos:

Equipo: es al cual se esta dando la información.

Codigo: el numero que nos dice cual equipo es exactamente.

Fecha: nos indica que día y mes fue exactamente intervenido el equipo.

Orden de trabajo: Es el número que indica cual fue el formato diligenciado para dar orden al procedimiento.


Descripción de trabajo: Nos cuenta cual fue el procedimiento echo.

Horas de reparación: Horas que se demoro en finalizar la intervencion.

Horas programadas: Horas dispuestas para la reparación.

Horas de perdida productiva: Horas perdidas por causa de la reparación.

#### Formato 4. Hoja de vida

		HOJA DE VIDA					
EQUIPO		Cortadora					
CODIGO		10-R100-02-01					
FECHA	ORDEN DE TRABAJO	DESCRIPCION	HORAS REPARACION	HORAS PROGRAMADAS	HORAS PERDIDAS PRODUCTIVA	VALOR MATERIALES/REPUESTOS	VALOR
11/06/2015	2	cambio pisadores de arranque, valvula nebulizador,	16	8	16	790.000	1.130.080
13/08/2015	6	cambio tornillos, tarros lubricante, disco 350 mm	8	8	8	605.000	730.000

## 7. PROGRAMAS SISTEMATICOS

Este sistema va a ayudar a prevenir fallas evitando en lo posible las paradas imprevistas o no programadas en los equipos, buscando como objetivo aumentar la disponibilidad del área de producción.

Para generar los puntos sistemáticos de lubricación, inspección y limpieza se analizaron los sistemas y subsistemas de cada una de las maquinas relacionadas en la línea de producción y como resultado de máquinas críticas, así generando puntos, evaluaciones, matrices y rutas para cada uno de ellos.

### 7.1 INSPECCION

La inspección debe ser importante para las empresas pues por medio de esta se pueden detectar fallas simples y evitar una complicación a corto o largo plazo. La inspección se debe llevar acabo inicialmente por medio del encargado de mantenimiento y de forma continua, ya que los sistemas siempre están en uso y pueden mostrar fallas en cualquier momento, las cuales se puede intervenir de inmediato. Independientemente de los programas sistemáticos se deben realizar jornadas de inspección en toda la empresa, es decir en equipos, maquinaria, instalaciones y seguridad, para poder encontrar situaciones o comportamientos anormales y darles medidas.


7.1.1 Puntos de inspección. Se van a generar puntos claves los cuales la empresa y el encargado de mantenimiento debe observar para detectar condiciones anormales. Para aplicar el mantenimiento preventivo evitando la falla anticipadamente, estos puntos deben ser detectables sin necesidad de parar la máquina.

- Equipo. Nombre del equipo que se está inspeccionando
- Código. El número que diferencia el equipo
- Sistema. Parte donde se va a generar la inspección
- Ruta. Se refiere al seguimiento que hay que realizar la inspección
- Frecuencia. Cada cuanto se debe realizar la inspección
- Tiempo. Cantidad que debe durar la inspección
- Detalle de la inspección. Actividad a generar


Cuadro 19 Frecuencia

Termino	Frecuencia de inspección
F4	Mensual
F13	Trimestral
F26	Semestral
F52	Anual

Cuadro 21. Puntos de inspección siliconadora


 PUNTO DE INSPECCION						
EQUIPO:SILICONADORA			CODIGO:SI-R151-22-08			
Subsistema	RUTA, FRECUENCIA, TIEMPO	ITEM	DETALLE	PARAMETROS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
20	F13 ,R7	1	mangueras	buen estado	2	Inspeccion visual
Alimentacion	T20	2	presion	80psi	2	manometro

Cuadro 21. (Continuación)

							
EQUIPO: SILICONADORA			PUNTO DE INSPECCION				
			CODIGO: SI-R151-22-08				
21  mangueras	R7	1	filtraciones	verificar no tener filtraciones donde se pierda material	12	Inspeccion visual	
		F13	2	empaques	verificar que los sellos esten en buen estado	12	Inspeccion visual
	T90		3	uniones	verifacar uniones entre mangueras o elementos	12	Inspeccion visual
			4	limpieza	verificar no encontrar residuos de silicona dentro ofuera	12	Inspeccion visual
	5	uniones	verificar no tener perdidas de presion	12	Inspeccion visual		
pistola	F4 ,R7	1	empaques	verificar el empaque de la manguera a la pistola, no encontrar residuos	1	Inspeccion visual	
		22	T20	2	punta	limpiar para evitar residuos	1
23  elementos de seguridad	F13	1	presostato	verificar correcto funcionamiento	5	Inspeccion visual	
		T30,R7	2	termostado	verificar corecto uso	1	Inspeccion visual




Cuadro 21. (Continuación)

							
EQUIPO: SILICONADORA			PUNTO DE INSPECCION				
EQUIPO: SILICONADORA			CODIGO: SI-R151-22-08				
tanques  24	F26	1	tanque residuos	revisar que no tenga filtracones de silicona	1	Inspeccion visual, tintas penetrantes	
		T60	2	tanque de aceite	verificar que no tenga filtraciones	1	Inspeccion visual, tintas penetrantes
	R7		3	tanque de materia prima	verificar estar bien sellado y no tener filtraciones	1	Inspeccion visual, tintas penetrantes
			4	manguera	verificar el paso correcto de materia prima a la salida del tanque	1	Inspeccion visual
	5	presion	verificar que la presion sea la correcta a la salida del tanque (40-50 psi)	1	manometro he indicadores		
neumatico  25	F13 , R7	1	cilindros	verificar que no se encuentren tapados por material	1	Inspeccion visual	
		T50	2	presion mezcla	40-20 psi	1	manometro
	3		Presion catalizador base	2000 psi	1	manometro	
	4		cilindro inicio mezcla	1000psi	1	manometro	

7.1.2 Matriz de evaluación de inspección. Este balance es un método cuantitativo que nos da a establecer el tiempo que se van a demorar las intervenciones o tendrán las inspecciones de un equipo, partiendo de los puntos de inspección

establecidos. A partir de esto se puede establecer el personal necesario para la intervención de la maquina dependiendo del tiempo que tengamos previsto para el paro del equipo y que regrese a sus condiciones normales de uso y estado. En la matriz mostrada intervienen unos criterios los cuales son el código del equipo y los tiempos que se manejan en cada inspección, siendo semanales, trimestrales, semestrales y anuales.

Cuadro 22. Matriz de evaluación de inspección

				
.MATRIZ DE EQUIPOS Y TIEMPO DE INSPECCION (min)				
Codigo	F4	F13	F26	F52
CP-R158-26-07-10		30		
CP-R158-26-07-11	20			
CP-R158-26-07-12		60		
CP-R158-26-07-13			60	
CP-R158-26-07-14		30		
CP-R159-28-07-10		30		
CP-R159-28-07-11	20			
CP-R159-28-07-12		60		
CP-R159-28-07-13			60	
CP-R159-28-07-14		30		
CP-R161-30-10-10		30		
CP-R161-30-10-11	20			
CP-R161-30-10-12		60		
CP-R161-30-10-13			60	
CP-R161-30-10-14		30		
WS-R152-24-03-15		60		
WS-R152-24-03-16		20		
WS-R152-24-03-17		30		
WS-R152-24-03-18		60		
TR-R111-08-04-43	30			
TR-R111-08-04-44		20		
TR-R111-08-04-45			40	
TR-R111-08-04-46	20			
TR-R111-08-04-47			20	
TR-R111-08-04-48		30		
TR-R111-08-04-49				
TR-R111-08-04-50		40		
TR-R111-08-04-51			30	
TR-R111-08-04-52			60	
TOTAL	965	2790	1240	

### 7.1.3 Balance de cargas


Después de la evaluación se hace un balance. el cual nos muestra como se deben repartir las cargas dentro de los programas sistemáticos dependiendo de la frecuencia que se maneje, para este caso se debió balancear las rutas con una carga de 241 min.

Cuadro 23. Balance de cargas

FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		BALANCE DE CARGAS											
F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F4	255	235	255	220	255	235	255	220	255	235	255	220	255
F13	240	260	230	230	250	240	260	240	250	215	245	160	240
F24	240	240	240	260	260	240	240	240	260	260	240	240	240
F52													
FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		BALANCE DE CARGAS											
F	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
F4	235	255	220	255	235	255	220	255	235	255	220	255	235
F13	260	230	230	250	240	260	240	250	215	245	160	260	230
F24													
F52													
FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		BALANCE DE CARGAS											
F	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F4	255	220	255	235	255	220	255	235	255	220	255	235	255
F13	230	250	240	260	240	250	215	245	160	240	260	230	250
F24	240	240	260	260	240	240	240	260	260	240	240	240	260
F52													
FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		BALANCE DE CARGAS											
F	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
F4	220	255	235	255	220	255	235	255	220	255	235	255	220
F13	240	260	240	250	215	245	160	260	230	230	250	215	245
F24													
F52													

7.1.3 Ruta de inspección. En este formato se va a dar la información básica de las actividades a realizar durante los periodos de mantenimiento. Este se genera con el objetivo de realizar el procedimiento con orden y aprovechando los momentos indicados de programación para ejercer la ruta de inspección y no interfiriendo en las horas programas de producción. Las rutas se ejecutaron y ordenaron gracias a la matriz de evaluación y el balance de cargas, a partir de estos datos se obtuvo la cantidad de rutas necesarias al mes.

Cuadro 24. Ruta de inspeccion

		RUTA DE INSPECCION			
FRECUENCIA	13	TIEMPO	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 13 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 49 50 51 52		
RUTA 8					
SUBSISTEMA	ITEM	DETALLE	PARAMETROS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
SI-R150-22-08-25	1	cilindros	verificar que no se encuentren tapados por material	1	Inspeccion visual
	2	presion mezcla	40-20 psi	1	Manometro
	3	Presion catalizador base	entre 1950 a 2500 psi	1	Manometro
	4	cilindro inicio mezcla	950 a 1050psi	1	Manometro

Cuadro 24. (Continuación)

SUBSISTEM A	ITEM	DETALLE	PARAMETROS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
SI-R151-22-08-20	1	Mangueras	buen estado	2	Inspección visual
	2	presión	70 a 90 psi	2	Manómetro
SI-R151-22-08-21	1	filtraciones	verificar no tener filtraciones donde se pierda material	12	Inspección visual
	2	empaques	verificar que los sellos estén en buen estado	12	Inspección visual
	3	uniones	verificar uniones entre mangueras o elementos	12	Inspección visual
	4	limpieza	verificar no encontrar residuos de silicona dentro afuera	12	Inspección visual
	5	uniones	verificar no tener pérdidas de presión	12	Inspección visual

Cuadro 24. (Continuación)


SUBSISTEM A	ITEM	DETALLE	PARAMETROS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
SI-R151-22-08-23	1	presos tato	verificar correcto funcionamiento	5	Inspección visual
	2	Termostato	verificar correcto uso	1	Inspección visual
	3	pernos, tuercas, amarres	verificar estado y apriete de la estructura	20	herramientas de ajuste
SI-R151-22-08-25	1	cilindros	verificar que no se encuentren tapados por material	1	Inspección visual
	2	presión mezcla	40-20 psi	1	Manómetro
	3	Presión catalizador base	entre 1950 a 2500 psi	1	Manómetro
	4	cilindro inicio mezcla	950 a 1050psi	1	Manómetro

## 7.2 AJUSTE Y LIMPIEZA

Para este sistema se va a utilizar el mismo método y plantilla anteriormente descrito, donde se observaron puntos de ajuste y limpieza, balance de carga de ajuste y limpieza y por ultimo las rutas de ajuste y limpieza.

7.2.1 Puntos de ajuste y limpieza. Para determinar estos puntos se tomaron en cuenta para el área de limpieza los mecanismos que estaban expuestos a polución y suciedad, los que están expuestos a desechos de la máquina y donde se pudieran intervenir fácilmente sin intervenir en el funcionamiento. En los puntos de ajuste se tomaron en cuenta las sujeciones entre elementos que están involucrados con movimientos repetitivos, vibraciones, rotaciones, descendientes y cortes. Los datos registrados fueron escogidos por la observación del proceso y ayuda de los encargados de las máquinas.

Cuadro 25. Puntos de ajuste y limpieza

		Puntos de ajuste y limpieza				
EQUIPO: SILICONADORA			CODIGO:SI-R150-22-08			
SISTEMA	RUTA, FRECUENCIA, TIEMPO	ITEM	DETALLE	PARAMETROS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
23 mangueras	F13	1	limpieza de mangueras	eliminacion de silicona	12	agua y solido
	T60,R8	2	ajuste de elementos de sujecion	ajustar tuercas 11kpis		llave boca ajustable;
pistola	F4	1	limpieza de la punta	eliminacion de residuos solidos	1	alambre y agua
	R8	2	limpieza de empaques	eliminacion de residuos solidos	1	elemento de limpieza
	T30	3	ajuste de tuerca de entrada	ajustar la pistola con la mangera 11kpis	1	llave, boca ajustable
		4	limpieza de entrada		1	aire y agua
24 elementos de seguridad	F26	1	ajuste de manometro	verificar correcto funcionamiento	5	visual, llave boca ajustable, dinometrica
	T40	2	ajuste de termotado	verificar corecto uso	1	visual,llave
	R9	3	ajuste depernos, tuercas, amarres	verificar estado y apriete de la estructura	20	llave boca ajustable




Cuadro 25. (Continuación)


SISTEMA	RUTA, FRECUENCIA, TIEMPO	ITEM	DETALLE	PARAMETROS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
20 tanques	F26	1	limpiar tanque de aceite	verificacion de no encontrar filtraciones ni corrosion	1	agua y elemento solido
		2	limpiar tanque de materia prima	verificacion de no encontrar filtraciones ni corrosion	1	agua y elemento solido
	T90	3	limpiar tanque de desperdicios	verificar no encontrar residuos de silicona dentro ofuera	1	agua y elemento solido
		4	limpiar mangueras con entradas al los tanques	eliminar residuos solidos	1	presion de agua o aire
		5	ajustar estructuras	posicionamiento optimo	1	llave boca ajustable;
25 neumatico	F26	1	ajustar sistema neumarito	verificacion de presion	2	llaves boca ajustable
	R9,T40	2	ajustar soportes de sujecion	verificacion de posicionamiento 11kpis	2	llaves dinometrica
23 Filtros	F26,R9,T60	3	limpiar filtro	filtros de aire	1	aire

7.2.2 Matriz de evaluación de ajuste y limpieza. Aquí se observara los tiempos en minutos los cuales nos darán el tiempo establecido para hacer el proceso de ajuste y limpieza así organizando el tiempo que será intervenida la maquina tanto para la limpieza como para el ajuste.

Cuadro 26. Matriz de evaluación.

	MATRIZ DE EQUIPOS Y TIEMPO DE AJUSTE Y LIMPIEZA (min)			
	F4	F13	F26	F52
Codigo				
CP-R158-26-07-10			90	
CP-R158-26-07-11				30
CP-R158-26-07-12		60		
CP-R158-26-07-13			120	
CP-R158-26-07-14			90	
CP-R159-28-07-10			90	

Cuadro 26. (Continuación)

	MATRIZ DE EQUIPOS Y TIEMPO DE AJUSTE Y LIMPIEZA (min)				
	Codigo	F4	F13	F26	F52
FR-R120-16-05-39			20		
FR-R121-18--06-34	40				
FR-R121-18--06-35				90	
FR-R121-18--06-36				60	
FR-R121-18--06-37	15				
FR-R121-18--06-38	15				
FR-R121-18--06-39			20		
MS-R131-20-04-40			50		
MS-R131-20-04-41				90	
MS-R131-20-04-42			40		
MS-R131-20-04-43			50		
MS-R132-20-04-41				90	
MS-R132-20-04-42			40		
MS-R132-20-04-43			50		
MS-R132-20-04-44				90	
MS-R132-20-04-45			40		
MS-R134-20-04-40			50		
MS-R134-20-04-41				90	
MS-R134-20-04-42			40		
MS-R135-20-04-40			50		
MS-R135-20-04-41				90	
MS-R135-20-04-42			40		
TR-R110-08-04-43	40				
TR-R110-08-04-44	20				
TR-R110-08-04-45				60	
TR-R110-08-04-46	20				
TR-R110-08-04-47				30	
TR-R110-08-04-48			90		
TR-R110-08-04-49				40	
TR-R110-08-04-50				90	
TR-R110-08-04-51				40	
TR-R110-08-04-52				40	
TR-R111-08-04-43				90	
TR-R111-08-04-44	40				
TR-R111-08-04-45	20				
TR-R111-08-04-46				60	
TR-R111-08-04-47	20				
TR-R111-08-04-48				30	
TR-R111-08-04-49			90		
TR-R111-08-04-50				40	
TR-R111-08-04-51				90	
TR-R111-08-04-52				40	
TOTAL	990		1270	4870	


7.2.3 Balance de cargas. Después de la evaluación se hace un balance, el cual nos muestra cómo se deben repartir las cargas dentro de los programas sistemáticos dependiendo de la frecuencia que se maneje. Para este caso se debió balancear las rutas con una carga de 247,5 minutos.

Cuadro 27. Balance de ajuste y limpieza

FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		BALANCE DE CARGAS DE AJUSTE Y LIMPIEZA											
F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F4	260	250	250	230	260	250	250	230	260	250	250	230	260
F13	240	240	250	270	270	240	240	250	270	270	240	240	250
F24	280	280	280	230	280	250	240	260	250	290	260	260	260
F52	90												
FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		BALANCE DE CARGAS											
F	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
F4	250	250	230	260	250	250	230	260	250	250	230	260	250
F13													
F24													
F52													
FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		BALANCE DE CARGAS											
F	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F4	250	230	260	250	250	230	260	250	250	230	260	250	250
F13	270	270	240	240	250	270	270	240	240	250	270	240	240
F24	290	250	270	220	240	260	240						
F52													
FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		BALANCE DE CARGAS											
F	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
F4	230	260	250	250	230	260	250	250	230	260	250	250	230
F13													
F24													
F52													

7.2.3 Ruta de ajuste y limpieza. Se observa el orden a seguir en el proceso de ajuste y limpieza dentro de la empresa con el fin de aprovechar a lo máximo el tiempo establecido por las horas programadas de reparación y no afectando las horas programadas de producción,

Cuadro 28. Ruta de ajuste y limpieza

		RUTA DE LIMPIEZA Y AJUSTE										
FRECUENCIA	13	TIEMPO	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 13 12 13									
			14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25									
			26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39									
			40 41 42 43 44 45 46 47 49 50 51 52									
RUTA 7												
SUBSISTEMA	ITEM	DETALLE	PARAMETROS	CANTIDAD	OBSERVACIONES							
MS-R132-20-04-40	1	ajuste de pernos y tuercas	verificar que todos los elementos estén en estado óptimo para uso	15	llave dinometrica							
	2	limpieza de la estructura	verificar no encontrar corrosión en la estructura	1	pañó, liquido							
	3	ajustar mesa de ensamble	verificar rotación y estabilidad	1	llave dinometrica							
MS-R132-20-04-42	1	ajustar entrada de presión	verificar no tener fugas	1	llave dinometrica							
	2	ajuste de sujetador	estado optimo	1	llave, destornillador							
	3	limpieza de pistola	limpieza general	1								

Cuadro 28. (Continuación)

SUBSISTEM A	ITEM	DETALLE	PARAMETROS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
MS-R133-20-04-40	1	ajuste de pernos y tuercas	verificar que todos los elementos estén en estado óptimo para uso	15	llave dinometrica
	2	limpieza de la estructura	verificar no encontrar corrosión en la estructura	1	pañó, liquido
	3	ajustar mesa de ensamble	verificar rotación y estabilidad	1	llave dinometrica
MS-R133-20-04-42	1	ajustar entrada de presión	verificar no tener fugas	1	llave dinometrica
	2	ajuste de sujetador	estado optimo	1	llave, destornillador
	3	limpieza de pistola	limpieza general	1	
MS-R134-20-04-40	1	ajuste de pernos y tuercas	verificar que todos los elementos estén en estado óptimo para uso	15	llave dinometrica
MS-R134-20-04-40	2	limpieza de la estructura	verificar no encontrar corrosión en la estructura	1	pañó, liquido

### 7.3 LUBRICACION

Según la norma GTC 62, es la acción que desarrolla una modificación de las características relativas a la fricción, a la reducción del daño y el desgaste en la superficie de los sólidos al moverse uno en relación del otro por medio de un elemento que se introduzca entre las dos superficies en cuestión.

En la lubricación se manejan dos tipos de lubricantes dependiendo de la aplicación en el sistema a ser lubricado.

-Lubricación con grasa: se define como una dispersión semilíquida a sólida de un agente espesante en un líquido. Consiste en una mezcla de aceite mineral o sintético y un espesante.

-Lubricación en aceite: suele ser utilizado cuando las elevadas velocidades o las altas temperaturas de funcionamiento no permiten el uso de grasa.

El propósito de la lubricación o el engrase es el de interponer una película de un material fácilmente cizallable entre órganos en movimiento.<sup>1</sup>

Cuadro 29. Lubricación.

				PUNTOS DE LUBRICACION		
EQUIPO :	Compresor		CODIGO:	19-161-30-10		
SISTEMA	RUTA, FRECUENCIA, TIEMPO	ITEM	DETALLE	LUBRICANTE	CANTIDAD	OBSERVACIONES
52 rodamientos	R1, F13,T40	1	engrasar rodamiento	mobil tac 81	1	Realizar la lubricación con el equipo detenido
53 COJINETES	R1, F13,T20	1	engrasar cojinetes	mobil tac 81	1	Realizar lubricación con el equipo detenido
54 ENGRANES	R1, F13,T40	1	engrasar dentado	mobil tac 81	1	Realizar lubricación con el equipo detenido
55 TORNILLOS	R2,F4,T60	1	Engrasar mecanismo	mobil graser mp	1	detener máquina para realizar lubricación


<sup>1</sup> Lubricación. [en línea]. <http://www.nebrija.es/~alopezro/Lubricacion.pdf>

Cuadro 29. (Continuación)

SISTEMA	RUTA, FRECUENCIA, TIEMPO	ITEM	DETALLE	LUBRICANTE	CANTIDAD	OBSERVACIONES
56 Motor	R3,F26,T40	1	Cambio de aceite al sistema	MOBIL RARUS SERIE 425	1	verificar no exceder la cantidad de aceite
57 SELLOS	R1, F13,T40	1	Engrasar sellos	Mobil graser mp	1	Realizar lubricación con el equipo detenido
58 Filtros	R1 , F13, t40	1	Cambio de filtros	Filtro de aceite	1	realizar la operación cuando el equipo este detenido
59 CARTER	R2,F4,T20	1	NIVEL DE ACEITE	MOBIL RARUS SERIE 425	1	Verificar no sobrepasar el nivel marcado

7.3.1 Matriz de evaluación. El balance se realizó de la misma manera que la inspección y el de limpieza donde se definió los tiempos en cada equipo por frecuencias.

Cuadro 30. Matriz de evaluación lubricación

	MATRIZ DE EQUIPOS Y TIEMPO DE LUBRICACION				
	codigo	F4(min)	F13(min)	F26(min)	F52(min)
	FR-R120-16-05-69	50			
	FR-R120-16-05-70	50			
	FR-R120-16-05-53	20			
	FR-R120-16-05-71	60			
	FR-R120-16-05-72	50			

Cuadro 30. (Continuación)

codigo	F4(min)	F13(min)	F26(min)	F52(min)
CP-R158-26-07-60		60		
CP-R158-26-07-61		60		
CP-R158-26-07-53		30		
CP-R158-26-07-61		30		
CP-R158-26-07-62		20		
CP-R158-26-07-52		40		
CP-R158-26-07-57		40		
CP-R158-26-07-56			40	
CP-R158-26-07-63		30		
CP-R158-26-07-64		40		
CP-R159-28-07-60		60		
CP-R159-28-07-61		60		
CP-R159-28-07-53		30		
CP-R159-28-07-61		30		
CP-R159-28-07-62		20		
CP-R159-28-07-52		40		
CP-R159-28-07-57		40		
CP-R159-28-07-56			40	
CP-R159-28-07-63		30		
CP-R159-28-07-64		40		
CP-161-30-10-52		40		
CP-161-30-10-53		20		
CP-161-30-10-54		40		
CP-161-30-10-55	60			
CP-161-30-10-56			40	
CP-161-30-10-57		40		
CP-161-30-10-58		20		
CP-161-30-10-59	20			
Total	1590	860	120	

7.3.2. Balance de cargas .Después de la evaluación se hace un balance el cual nos muestra como se deben repartir las cargas dentro de los programas sistemáticos dependiendo de la frecuencia que se maneje, para este caso se debió balancear las rutas con una carga de 397,5min.




Cuadro 31. Balance de cargas

FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		BALANCE DE CARGAS DE LUBRICACION											
F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F4	400	410	380	400	400	410	380	400	400	410	380	400	400
F13													
F26													
F52													
FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		BALANCE DE CARGAS											
F	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
F4	410	380	400	400	400	410	380	400	400	410	380	400	410
F13	410	390	60	410	390	60	410	390	60	410	390	60	410
F26													
F52													
FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		BALANCE DE CARGAS											
F	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F4	380	400	400	410	380	400	400	410	380	400	400	410	380
F13													
F26													
F52													
FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS		BALANCE DE CARGAS											
F	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
F4	400	400	410	380	400	400	410	380	400	400	410	380	400
F13	390	60	410	390	60	410	390	60	410	390	60	410	390
F26	120												
F52													

7.3.2 Ruta de lubricación. Las rutas se establecieron como las anteriores rutas inspección, limpieza y ajuste.

Cuadro 32. Ruta de lubricación

		RUTA DE LUBRICACION														
FRECUCI A	4	TIEMPO 19 Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	12	13	
			14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
			26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
			40	41	42	43	44	45	46	47	49	50	51	52		
RUTA4																
SUBSISTEM A	IT E M	DETALLE	PARAMET ROS	CANTI DAD	OBSERVACIONES											
18-R154-24-04-54	1	engrasar dentado	mobil tac 81		realizar lubircacion con el equipo detenido											
18-R155-24-04-65	1	Engrasar rodillo y cables de elevación	Mobil gear 600	1	realizar lubricación con el equipo detenido											
18-R155-24-04-53	1	cambio de aceite en la caja reductora	80W140	1	verificar no exceder la cantidad de aceite											
18-R155-24-04-66	1	cambiar aceite del sistema	80W140		verificar no exceder la cantidad de aceite											

Cuadro 32. (Continuación)

RUTA4					
SUBSISTEMA	ITEM	DETALLE	PARAMETROS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
18-R155-24-04-67	1	Engrasar eje	mobil tac 81		realizar lubricación con el equipo detenido
18-R155-24-04-68	1	Engrasar eje	mobil tac 81		realizar lubricación con el equipo detenido
18-R152-24-04-54	1	engrasar dentado	mobil tac 81		realizar lubricación con el equipo detenido

La totalidad de los programas sistemáticos para todas la maquinas se encuentran en el anexo D

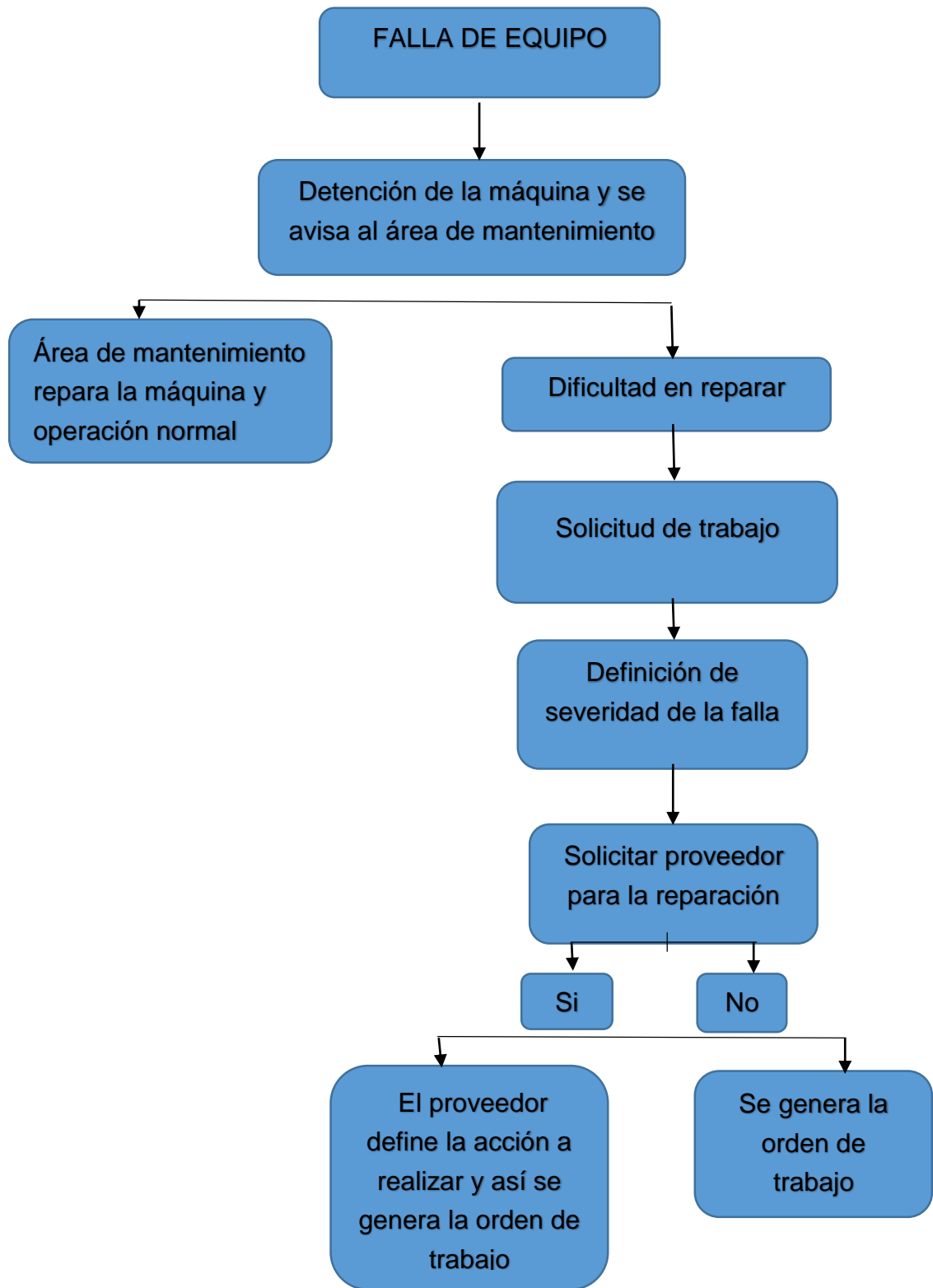
## 8. MODELOS Y ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

Después de definir las tareas de inspección, lubricación, ajuste y limpieza para los equipos que se detectaron como críticos en el análisis de criticidad, se presenta la necesidad de aplicar modelos de mantenimiento para los demás equipos los cuales no se mostraron como críticos.

### 8.1 MODELO CORRECTIVO

Según con la norma GTC 62 Este es el mantenimiento que se aplica después que se genere el daño o avería en la máquina, restituyéndole a condición admisible de utilización, este mantenimiento puede o no ser planificado.

Figura 4. Falla equipo



## 8.2 PLANES SISTEMATICOS

El mantenimiento sistemático es una serie de tareas que se hacen en el equipo de acuerdo a lo establecido en los programas de inspección, lubricación, ajuste y limpieza, donde hay una prioridad definida por los análisis hechos. De acuerdo con el análisis de criticidad que se realizaron se estableció dichos programas con el fin de aumentar la disponibilidad del equipo. Las actividades se ejecutan si depender el estado del equipo.

Para cumplir las tareas puestas en los planes sistemáticos se tiene que determinar cuántos empleados se necesitan para realizarlas, esto permitirá tener un mejor control y una mayor organización.

Cuadro 33. Tiempo frecuencia

Frecuencia	Inspección	Lubricación	Ajuste y limpieza
F4 ( Mensual)	18 h/mes	27 h/mes	17 h/mes
F13( Trimestral)	40 h/trimestre	19 h/trimestre	29 h/trimestre
F26( Semestral)	21 h/semestre	1 h/semestre	84 h/semestre
F52 ( Anual)	2 h/anual	h/anual	5 h/anual

Debemos utilizar todos los datos en H/ mes para poder analizar cuanto personal necesitamos para realizar las tarea

Cuadro 34. Tiempo frecuencia en Min/mes

Frecuencia	Inspección	Lubricación	Ajuste y limpieza
F4 ( Mensual)	18 h/mes	27 h/mes	17 h/mes
F13( Trimestral)	13 h/mes	6 h/mes	10 h/mes
F26( Semestral)	4 h/mes	0,2 h/mes	14 h/mes
F52 ( Anual)	0,14 h/mes	0 h/mes	0,8 h/mes

Teniendo las unidades correctamente, se hace la sumatoria de cada programa.

- Xt Inspección =18 h/ mes + 13h/mes+4 h/mes + 0.14 h/ mes

Xt inspección= 35,14 h/ mes

- Xt lubricación= 27 h/mes + 6 h/mes+ 0,2 h/mes

Xt lubricación= 33,2/mes

- Xt ajuste y limpieza= 17 h/mes+10h/mes+ 14h/mes + 0.8h/mes

Xt ajuste y limpieza= 41,8h/mes

Ahora se determinara el tiempo de un trabajador en un mes:

- Tiempo de trabajador= 25dias/h x 8horas

Tiempo de trabajador = 200 h/mes

Para determinar la cantidad de empleados se remplaza la siguiente formula:

Numero de operarios = Xt / tiempo del trabajador

Entonces;

Numero de operarios = Xt inspección/ tiempo del trabajador

Numero de operarios = 35,14/200

Numero de operarios= 0,18

Cuadro 35. Total de empleados

Tarea	Número de trabajadores	Número total de trabajadores
Inspección	0,18	1
Lubricación	0,17	1
Ajuste y limpieza	0,21	1
Total		3

Realizado este análisis indica que para realizar las tareas definidas se necesitan 3 empleados en el área de mantenimiento para gestionar dichas actividades. En esta empresa por el manejo de las máquinas y el personal que se encuentra se empezó a capacitar 3 empleados de la misma zona operaria y 1 en la zona administrativa, para hacer las labores de inspección, limpieza, ajuste y lubricación, con la observación de que a medida que la empresa adquiera mayor volumen de equipos y mayor cantidad de empleados, se tienen que ir contratando personas técnicas especializadas en mantenimiento y seguido de la coordinación de proveedores y empleados para organizar las tareas de la empresa del señor Omar Jiménez.


### 8.3 MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Según la norma GTC 62 este es el mantenimiento que realiza determinadas reparaciones o cambios de componentes según intervalos de tiempos o criterios determinados, hechos para reducir la probabilidad de avería del equipo, siempre siendo planificado.

Para establecer los criterios se observó el funcionamiento de los equipos con ayuda de los operarios encargados de cada máquina, igualmente de algunos manuales de las máquinas guiándonos por las experiencias que han tenido los operarios en estas y así recopilando la información para hacer una lista de chequeo de lo que se debe verificar por equipo. Esto se generó para las máquinas no críticas, teniendo en cuenta que los operarios de las máquinas críticas están en constante observación de fallas o irregularidades de las máquinas diariamente para generar su respectiva tarea.



**Formato 6. Actividades programadas**

Equipo		Troqueleadora					
N°	Actividad	Frecuencia	Tiempo(min)	B	R	M	Observaciones
1	verificar estructura	diario	40				
2	Comprobar que no esta bloqueada palanca guia	diario					
3	verificacion de posicionamiento de columna guia	diario					
4	ver estado de resorte de retorno	diario					
5	ver estado del porta punzon	diario					
6	verificacion de estabilidad de la tronzadora	diario					
7	eliminacion de residuos en la guia	diario					
8	verificar barra de pinzas	diario					
9	lubricacion de rodamiento de bandeja de salida	semanal	60				
10	lubricacion de soporte exterior	semanal					
11	lubricacion de apertura de pinza	semanal					
12	lubricacion de rodamientos	semanal					
13	verificar condiciones de partes moviles	mensual	30				

El anterior formato después de verificado y diligenciado se presenta al encargado del área de mantenimiento y este analiza los resultados tomados por el operario y si encuentra alguna irregularidad se acciona inmediatamente sobre el equipo, siguiendo los protocolos del plan de mantenimiento para intervenir en esta máquina, solicitando principalmente la orden de trabajo. Este proceso se le aplica por este medio a las maquinas no críticas. La verificación de estas se tiene que generar explícitamente como se encuentra descrito en el formato de actividades de mantenimiento programado. Así se evitara averías, problemas, retrasos en las máquinas y nos dará luz verde para atenderlas.

## 9. GESTION DE REPUESTOS

La empresa FP REFELCTAR PANELS & GLASS S.A.S. no posee un almacén de repuestos, pero siendo una parte importante para el desarrollo del mantenimiento, la empresa empezó a gestionar la apertura y organización del almacén para tener repuestos y otros elementos importantes y necesarios para las áreas de producción y mantenimiento. Este proyecto se está realizando a partir de junio del 2015, inicialmente no se requiere poseer los repuestos en su totalidad dentro del almacén, pero si es fundamental tener claridad en la información de proveedores y repuestos más utilizados por la maquinaria, teniendo como objetivo que a medida que la implementación dentro de la empresa vaya avanzando el área de almacenamiento posea un stock.

El objetivo por el que se realiza el estudio del almacén de repuestos es determinar los repuestos que son necesarios tener para disminuir el tiempo de parada de las máquinas y disminuir el tiempo medio entre reparaciones.

### 9.1 PROCESO DE COMPRA Y ALMACEN

Al iniciar la compra se verifico que subsistemas necesitan mayor cambio de elementos como mantenimiento preventivo, observando de igual manera los repuestos con menor probabilidad a fallar. Los repuestos con mayor factibilidad a falla se les generaron cotizaciones con diferentes proveedores, llegando a seleccionar proveedores por los precios ofrecidos, repuestos, garantías, calidad y disponibilidad en los repuestos que ofrecen.

Se delegó a Omar Jiménez encargado del área de mantenimiento a estar pendiente de los costos de compra de estos repuestos, siendo el encargado que tiene constante contacto con los proveedores y el área administrativa de la empresa, manejando la compra de repuestos, distribución del repuesto en la empresa, control de inventario y constante observación de la producción para actuar de forma rápida por cualquier falla no prevista.

Cuadro 36.Repuestos

MAQUINA	REPUESTO	CANTIDAD	CARACTERISTICA	PRECIO\$	TOTAL
10-R100-02-01	FESTO	1	Unidad de mantenimiento	550.000	550.000
10-R100-02-01	ELECTRO VALVULA	1	wa60202	80.000	80.000
10-R100-02-01	PORTA BRAZO	2	Porta brazo	150.000	300.000
10-R100-02-01	MANIJA	1	M10x50	31.000	31.000
10-R100-02-01	MANDRIL	1	Dos tapas	440.000	440.000
10-R100-02-01	CILINDRO	2	para pistón	170.000	340.000
10-R100-02-01	CORREA	1	Muestra	20.000	20.000
10-R100-02-01	TORNILLO	6	Muestra	12.000	72.000
10-R100-02-01	PISADORES ARRANQUE	1	Arranque motor	110.000	110.000
10-R100-02-01	VALVULA NEBULIZADOR	1	Lubricación	130.000	130.000
10-R100-02-01	PUÑO	1	Fc-400	55.000	55.000
10-R100-02-01	PISTON	1	motor 921	71.000	71.000
10-R100-02-01	VALVA ALTA	3	wa60545	176.000	528.000
10-R100-02-01	VALVULA BAJA	3	wa60545	176.600	529.800

18-R152-24-04	Tornillo avellanado	7	6x1//2	200	1.400
18-R152-24-04	Empaque monumental	2	7038	1.350	2.700
15-R120-16-05	Piñón	2	nbk	22.414	44.828
15-R120-16-05	Flexon	3	8 stanley	30.173	90.519

Cuadro 36. (Continuación)

MAQUINA	REPUESTO	CANTIDAD	CARACTERISTICA	PRECIO \$	TOTAL
10-R100-02-01	TARROS	1	wd 40	20.000	20.000
10-R100-02-01	Nebulizador	1	At005	130.000	130.000
10-R100-02-01	Disco	1	400mmx4x32	550.000	550.000
10-R100-02-01	Disco	1	350mm	525.000	525.000
19-R158-26-07	Filtro de aire	1	-	25.000	25.000
19-R158-26-07	Válvula de check	1	interno	65.000	65.000
19-R158-26-07	Válvula de seguridad	1	-	25.000	25.000
19-R158-26-07	Correa	1	50	16.000	16.000
19-R158-26-07	manómetro	1	o150psi	10.000	10.000
19-R158-26-07	Registro	1	1//2	10.000	10.000
19-R158-26-07	manguera	4	parker	8.500	34.000
18-R152-24-04	cableado	1		150.000	150.000
18-R152-24-04	contactor	2	Lc1-D25-B7	260.000	520.000

### 9.1.1 Refrigerantes, lubricantes, aditivos

Los refrigerantes, lubricantes y aditivos que son utilizados en las maquinarias son primordiales que estén a disposición del área de mantenimiento, considerados importantes para el buen desempeño de la máquina y de los elementos que se producen, estos son adquiridos al precio del mercado y almacenados en la bodega.

Cuadro 36. Refrigerantes, lubricantes, aditivos

REPUESTO	Característica	Cantidad	precio \$/unidad
Refrigerante	sintético FLUID	Garrafa,5 galones	533.600,00
Refrigerante	sintético FLUID	Tambor 55 galones	5.336.000,00
MOBIL	Rarus serie 425	Tambor 55 galones	1.383.000,00
MOBIL	Rarus serie 427	Tambor 55 galones	1.383.000,00
SHELL	85W140	Garrafa,5 galones	279.000,00
SHELL	85W140	Tambor 55 galones	2.487.000,00
MOBIL	vactra 2	Garrafa,5 galones	358.000,00
MOBIL	vactra 2	Tambor 55 galones	2.707.000,00
S. FOAMCORE	30BG/ 220KG	220 kg	2.846.068,00
S. FOAMCORE	021A/ 250KG	250 kg	3.234.168,00

## 9.2 ALMACEN DE REPUESTOS

Para un buen desempeño y administración de un almacén se requiere un control de repuestos e insumos que será almacenado de forma que se pueda optimizar espacios, costos y tiempo. El objetivo para esperar un buen funcionamiento es establecer un procedimiento de almacenamiento, entrega de materiales y compra de los mismos. En el almacén se va a utilizar para almacenar materiales, insumos, herramientas, etc.

Los empleados solicitantes en el almacén son los encargados del área de mantenimiento los cuales si es necesario otorgaran a los otros empleados lo necesario para el bueno procedimiento. El señor Omar Jiménez es el responsable de gestionar las entregas y asegurar que el almacén se mantenga en orden y el

stock necesario para suministrar a los operarios del área de mantenimiento en el caso de ser solicitado.

9.2.1 Entrega al almacén. El coordinador se encarga de recibir los pedidos de repuestos solicitados al proveedor, este tiene que verificar la orden de compra y que lo solicitado al proveedor sea entregado y este de acuerdo con la orden. Siguiendo a recibir el producto es generar el inventario de repuestos registrándolo en existencia de repuestos en la base de datos donde se encontraran los siguientes datos para un mejor control;

- Fecha de entrada
- Cantidad
- Descripción
- Valor unitario
- Proveedor
- Maquina

9.2.2 Salida del almacén. El coordinador cuando sea necesario un repuesto solicitado por el área de mantenimiento ya habiéndose generado la solicitud de trabajo y la orden de trabajo se dirige al almacén y diligencia el formato de salida que tiene los siguientes datos.

- Solicitante
- Numero de orden de trabajo
- Estado del repuesto
- Verificar existencia del repuesto
- Fecha de entrega
- Unidades

9.2.3 Materiales almacenados. La empresa FP REFLECTAR PANELS & GLASS SAS debe suplir las necesidades del área de producción como el de mantenimiento por lo tanto en el área de almacenamiento se debe almacenar no solo lo relacionado con repuestos sino también del área de producción, aprovechando el espacio y generando el orden a el inventario de la empresa. Los elementos que se van a almacenar son:

- Elementos de protección
- Dotaciones

- Herramientas
- Repuestos
- Insumos
- Lubricantes
- Aceites
- Perfiles
- Aluminio
- Silicona

Cuadro 37. Elementos y herramientas

ELEMENTOS Y HERRAMIENTAS				
ELEMENTOS Y HERRAMIENTAS	CARACTERISTICA	VALOR UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
super luv	1	7.500,00	5	37.500,00
Destornillador	1	25.000,00	10	250.000,00
Aerógrafo	w71	50.000,00	1	50.000,00
Lima	1	10.000,00	5	50.000,00
Bisturí	1	5.000,00	4	20.000,00
Flexometro	8 mt	33.000,00	1	33.000,00
Llave	Dinometrica	200.880,00	2	401.760,00
TOTAL	331.380,00		842.260,00	



Cuadro 38. Elementos de seguridad

ELEMENTOS DE SEGURIDAD				
ELEMENTO	CARACTERISTICA	PRECIO (\$)/Unidad	cantidad	Total
Tapa oído		10.000,00	20	200.000,00
Guantes	Nitro	36.000,00	20	720.000,00
Botas	Indiana	35.000,00	40	1.400.000,00
Guantes	Cristal	4.000,00	30	120.000,00
buzos	manga larga	16.000,00	50	800.000,00
tapa oído	Copa	12.000,00	20	240.000,00
Guantes	Latex	5.000,00	20	100.000,00
Casco	Certificadp	25.000,00	25	625.000,00
Barbuquejo	tres puntos	10.000,00	10	100.000,00
Guantes	Carnaza	35.000,00	15	525.000,00
porta carnet		3.000,00	50	150.000,00
total		191.000,00		4.980.000,00

### 9.3 STOCK

Este es un inventario que se genera para satisfacer una necesidad actual o que se pueda presentar a futuro, determinado lo necesario para poder atenderla en el tiempo más rápido y satisfactoriamente.

9.3.1 Categorías de piezas. Se va a estudiar la importancia de los elementos para almacenar ya que no todos son convenientes tenerlos en un inventario por sus costos, poco uso entre otras, los criterios que se analizaron fueron.

- Piezas necesarias tener en el almacén o en inventario

- Piezas que se deben tener localizadas con el proveedor, teniendo en cuenta teléfono, dirección, horarios, disponibilidad
- Piezas que es preferible la sustitución del equipo

9.3.2 Criterios de selección de stock. Se deben tener en cuenta los aspectos que nos indican cuales son los repuestos que se deben seleccionar, estos son criticidad del equipo, consumo, costo de pieza o repuesto.

La criticidad del equipo es necesaria para fijar un stock, ya que dependiendo de esta se tienen en cuenta ciertos repuestos de suma importancia para el funcionamiento de la máquina. El análisis de criticidad se realizó en el capítulo 4 destacando ciertas máquinas que tienen altos niveles de criticidad.

El consumo se analiza por el análisis históricos de la empresa, el cual nos ofrece las fallas en los equipos, ya que la empresa no presentaba ningún análisis ni base de datos anterior a este proyecto, este criterio se tomó con las averías reflejadas durante los meses de análisis, dando como observación que a medida que se recojan más datos que nos puedan generar otros repuestos por este criterios se deberían que implementar en el inventario.

El costo de la pieza influye mucho para mantener un repuesto en almacenamiento, si es un repuesto que puede ser traído directamente por el proveedor en el momento de la falla es preferible pedirlo que tener grandes o costosos elementos guardados en el área de almacenamiento, ya que no es un material utilizado y que esté generando ganancias a la empresa.

#### 9.4 PROVEEDORES

En el momento que alguna maquina tenga que ser intervenida y no se encuentre el repuesto o la persona indicada para realizar el mantenimiento, sea preventivo o correctivo, la empresa cuenta en su base de datos con el contacto de los proveedores necesarios para gestionar la actividad. Algunos de estos son:

Imagen 16. Proveedor



Imagen 17. Proveedor

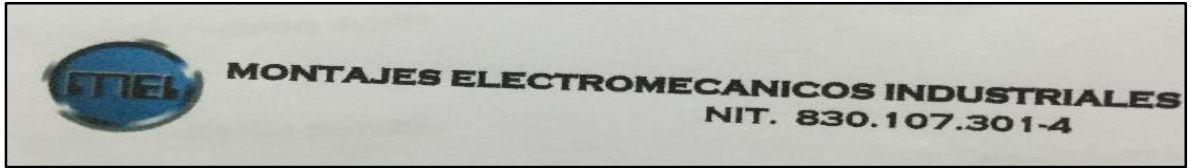


Imagen 18. Proveedor



Imagen 19. proveedor



Imagen 20. Proveedor



Imagen 21. Proveedor



La información sobre gestión de repuestos se encuentra en su totalidad en el anexo F

## 10. GESTION AMBIENTAL Y SEGURIDAD OCUPACIONAL

El programa de salud ocupacional para el área de mantenimiento tiene como objetivo lograr el bienestar para personal que lo ejecute, empleados y demás personas que interfieran en este sistema. El bienestar que se debe tener es tanto físico, social y mental, buscando así eliminar o reducir la exposición a los riesgos ocupacionales generados por las diferentes operaciones. En esta parte se encargaran de analizar los posibles riesgos.

Mediante información dentro de la empresa y documentos de salud ocupacional se determinaron algunos riesgos a los cuales el personal de mantenimiento puede estar expuesto. La información escrita en este capítulo está basada tanto por la inspección del manejo del personal en la empresa como de informes o páginas relacionadas con la información como la guía técnica de exposición de factores de riesgo.

Para realizar un panorama de factores de riesgo se utilizó el método de visualización e inspección en cada puesto de trabajo observando cada cosa que sucede en ellos y de los elementos a utilizar que nos permitan determinar:

- Localizar en cada área los factores y tipos de riesgo
- Identificación factores de riesgo
- Recolección de información para iniciar el análisis

Dos conceptos que se maneja en este tipo de análisis son: el riesgo, el cual es la posibilidad de ocurrencia de un suceso que afecta de manera negativa a una o más personas expuestas y el factor de riesgo, que es todo elemento, fenómeno, ambiente o acción humana que encierran una capacidad potencial de producir lesiones a los trabajadores, daños a las instalaciones locativas, equipos etc.

### 10.1 RIESGOS FISICOS

Son todas las energías presentes en los lugares de trabajo que de una u otra forma pueden afectar al trabajador de acuerdo a las características de transmisión del medio, en las que podemos presentar en el área de mantenimiento.

Ruido. Donde se observa altos decibeles generados por cortadoras, compresores, fresadoras, troqueles entre otros.

Vibraciones. Principales fuentes de vibración son las cortadoras, motores, compresores

Temperaturas altas. Se presentan en los compresores, cortadoras o desperdicios del material, compresores que no mantienen su temperatura normal, siliconadora.

Iluminación. Esta se presenta por deficiente iluminación en las áreas de trabajo

10.1.1 Riesgo químico. Es toda sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento puede incorporarse al medio ambiente, las formas de polvo, humo, gas, solido con efectos corrosivos, tóxicos.

- Gases. Son partículas de tamaño molecular que pueden cambiar de estado físico por combinaciones de calor, presión.
- Material particulado: son partículas que se libran en granos finos, que flotan por el aire por la gravedad.

10.1.2 Riesgo psicolaboral. El cual nos dice que la interacción en el ambiente de trabajo, las condiciones de organización laboral y las necesidades, hábitos, capacidades y demás aspectos personales del trabajador y su entorno social, en un momento dado pueden generar cargas que afectan la salud, el rendimiento en el trabajo y la producción laboral<sup>2</sup>.

10.1.3 Riesgo ergonómico y fisiológico. Involucra todos aquellos agentes o situaciones que tienen que ver con la adecuación del trabajo, o los elementos de trabajo a la fisonomía humana. Representan factor de riesgo los objetos, puestos de trabajo, máquinas, equipos y herramientas cuyo peso, tamaño, forma y diseño pueden provocar sobre-esfuerzo, así como posturas y movimientos inadecuados que traen como consecuencia fatiga física y lesiones osteomusculares<sup>3</sup>.

10.1.4 Riesgos locativos. Son aquellos riesgos que son generados por las instalaciones como lo son la bodega, paredes, sistemas de almacenamiento, falta de orden y aseo, mala distribución de área de trabajo, la exposición a estos riesgos puede producir golpes, caídas, lesiones.

10.1.5 Riesgo mecánico. Contempla todos los factores presentes en objetos, máquinas, equipos, herramientas, que pueden ocasionar accidentes laborales, por falta de mantenimiento preventivo y/o correctivo, carencia de guardas de seguridad en el sistema de transmisión de fuerza, punto de operación y partes móviles y salientes, falta de herramientas de trabajo y elementos de protección personal. Este riesgo es uno de los más comunes por el manejo constante de máquinas y elementos mecánicos<sup>4</sup>.

10.1.6 Protección personal. El personal para iniciar actividades en la zona de maquinarias o producción debe estar actualizados con el pago de la ARL y portar

---

<sup>2</sup> <http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>

<sup>3</sup> <http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>

<sup>4</sup> <http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>

elementos de seguridad previniendo posibles riesgos para su integridad. Algunos de los elementos de seguridad a portar son:

Ojos y cara;

- Gafas de seguridad: evita contacto con proyección de partículas ya que se encuentran máquinas de corte y otras
- Careta de seguridad: esta se debe utilizar cuando se necesita protección completa como para el uso de cortadoras sin casco protección de la misma máquina, retastados, fresados, uno de taladros hidráulicos.

Cabeza;

- Casco de seguridad: protege la cabeza del empleado cuando esta expuestos a golpes o riesgos eléctricos, en este caso el área de producción cuenta con dos platas o pisos en donde la segunda queda sobre medio piso del primero y hay riesgo que de esa caiga algún elemento que ponga en riesgo el personal que esta abajo.

Aparato respiratorio;

- Mascarillas o tapa bocas como seguridad pues los empleados andan en continúan exposición a partículas suspendidas en el aire.

Cuerpo;

- Overol este se debe utilizar como seguridad para proteger el cuerpo o la ropa de debajo de lubricantes, aceites.

Manos;

- Guantes de aluminio o lona dependiendo que se vaya a manipular los de aluminio para objetos calientes y los de lona para objetos filosos.

Pies;

- Botas de seguridad con punteras estas son de uso en donde se manipulen cargas pesadas o riesgo de objetos pesados.

Oídos;

- Los tapa oídos son de uso obligatorio en el área de producción, ya que se generan altos decibeles por los procesos de corte y otros procesos los cuales pueden generar daños a largo plazo a los operarios, se recomienda tapa oídos copa.

10.1.7 Reporte de accidentes. Después de evaluar las diferentes causales de riesgo, se diseñó un formato en donde se pueda llevar un reporte de los accidentes que ocurran en la empresa con eso a medida que pase el tiempo y se estudie la frecuencia de los accidentes y los tipos más comunes, se hagan capacitaciones, actualizaciones y concientización de los empleados para bajar los niveles de accidentalidad o peligro dentro de la empresa.

En este formato se debe consignar los datos del accidentado, los datos relacionados con el accidentes para poder tener esos reportes claros internamente además de la ARP y poder poner en práctica las correcciones y acciones pertinentes para evitar sufrir más peligros dentro el área de producción.

Formato 7. Accidentes de trabajo

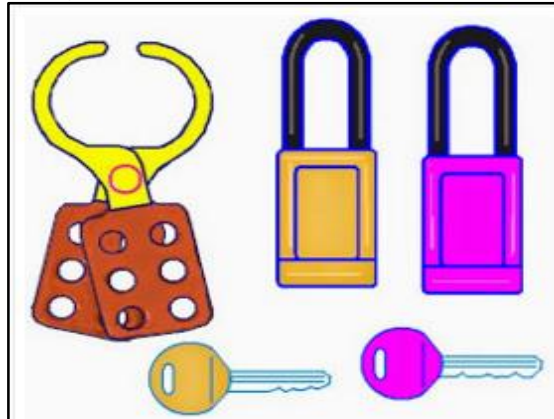
		ACCIDENTES DE TRABAJO		FECHA
				REPORTA
INFORMACION DEL ACCIDENTADO				
NOMBRE				
APELLIDO				
EDAD				
CARGO				
EPS				
ARP				
TELEFONO				
INFORMACION FAMILIAR				
NOMBRE				
TELEFONO				
PARENTESCO				
CAUSA DEL ACCIDENTE				
OBSERVACIONES				
RECIBE	ENCARGADO DE PERSONAL			
FIRMA	FIRMA			

10.1.8 Bloqueo y señalización de máquinas. La finalidad de estos bloqueos y señalizaciones es impedir realizar la reconexión del equipo mientras se interviene o se le hace el respectivo mantenimiento. Aproximadamente el 10 % de los accidentes graves suceden por no seguir los pasos de bloqueo y etiquetado para evitar que la maquina sea manipulada en la producción.

El bloqueo de un equipo se puede hacer con candado cerrando, sellando el botón de encendido o de arranque de la máquina.



Imagen 21: porta- candados



Fuente: [http://1.bp.blogspot.com/-smD\\_6q4mE](http://1.bp.blogspot.com/-smD_6q4mE)

El bloqueo de los equipos debe ser realizado por el personal de mantenimiento mecánico o eléctrico, los candados o bloqueos se deben colocar en todas las maquinas o áreas intervenidas.

Las etiquetas de señalización para el bloque de equipos también deben ser puesta en funcionamiento para evitar funcionamientos de las maquinas mientras son intervenidas, estas etiquetas deben tener datos del personal que este interviniendo el equipo, como el departamento y la fecha de intervención. Siendo este una advertencia para los empleados que dicha persona se encuentra en proceso de mantenimiento del equipo

Imagen22: etiqueta bloqueo



Fuente: <http://coparoman.blogspot.com.co/2014/06/bloque-y-señalización-del-corte-de.html>

El proceso de bloqueo de una maquina se debe hacer de las formas explicadas teniendo en cuenta que también se tiene que verificar visualmente que la maquina este apagada, que las electroválvulas no estén cargadas y de más formas que la maquina se encuentre en disposición de ejecutar su actividad, así se evitara altos niveles de accidentes.

## 10.2 GESTION AMBIENTAL

La fabricación de cualquier producto genera residuos líquidos, sólidos y/o gaseosos. Además que estos residuos representan un riesgo para el medio ambiente, son el resultado del uso de materias primas y energía que se pierden en el proceso de producción y que exigen una inversión significativa en el control de la contaminación.

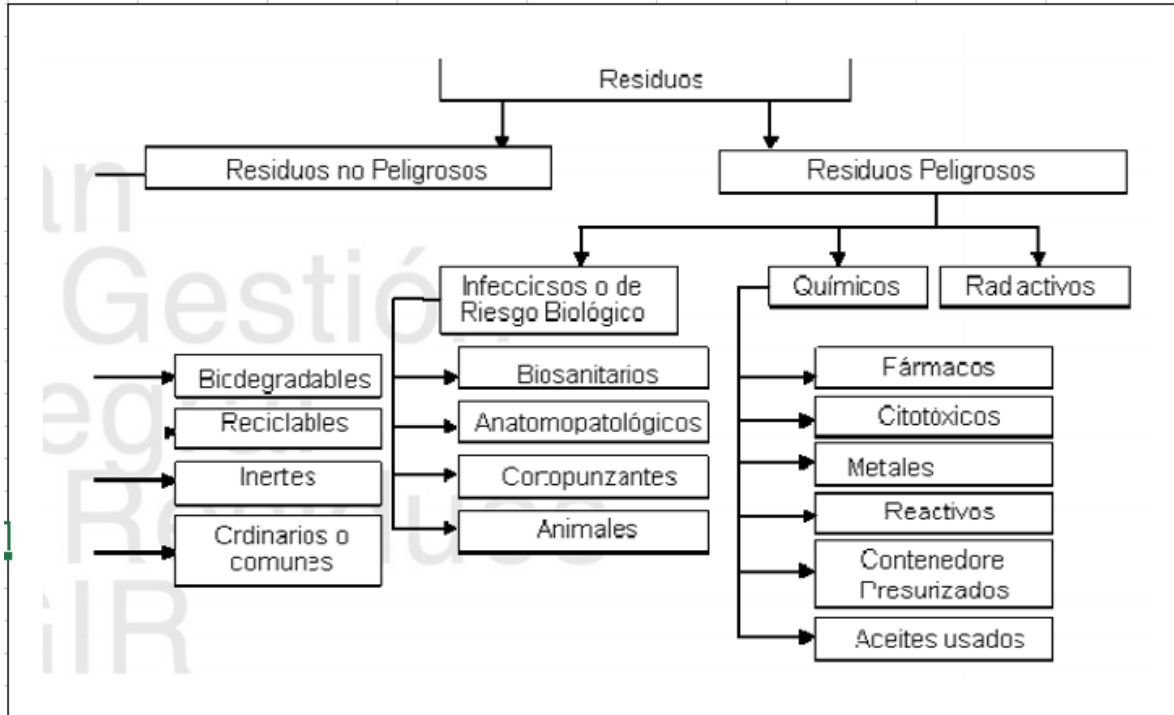
Por lo general, la gestión ambiental en las empresas se basa en los métodos de manejo que se utilizan en el punto final de descarga o, "al final del tubo", como se expresa convencionalmente. Ejemplo de esta situación incluyen el manejo de agua residual decreto 3930 y 15911, las emisiones atmosféricas y los residuos sólidos para cuyo tratamiento o control una empresa debe asumir gastos extras representados en horas de trabajo, energía, materiales y capital<sup>5</sup>.

En la empresa se empezó a fomentar la teoría y la práctica de la gestión ambiental hacia un ambiente más sano, limpio y consiente dentro y fuera de la empresa. En el proceso se empezó con la capacitación sobre los tipos de canecas, colores de cada una y los desechos que se deben depositar en cada una, haciendo una buena separación de residuos, todo esto es normatividad industrial y exigido por el decreto 1299 del 2008. Explicado por un plan de gestión integral de residuos encontrado en la universidad de Santander.

---

<sup>5</sup><http://tecnoelectromecanica.blogspot.com.co/2011/03/mantenimiento-y-gestion-ambiental.html?m=1>

Imagen 18. Clasificación de residuos



Fuente:






<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/capacitaciones/Capacitacion%20PGIR%20Técnicos%20Salud.pdf>

10.2.1 Residuos orgánicos. Estos son generados por actividades de mantenimiento. Estos son papel, cartón, botellas, envases y trapos.

10.2.2 Residuos químicos. Son restos de sustancias químicas y sus empaques o cualquier residuo contaminado con estos.

10.2.3 Residuos inertes. Son aquellos que no permiten su descomposición, ni su transformación en materia prima y su degradación natural requiere de grandes periodos de tiempo como lo son el icopor, plásticos, carbón, etc.

Imagen 19: clasificación de residuos

CLASE RESIDUO	CONTENIDO BASICO	COLOR	ETIQUETA
NO PELIGROSOS Biodegradables	Hojas y tallos de los árboles, grama, barrido del prado, resto de alimentos no contaminados		Rotular con: NO PELIGROSO BIODEGRADABLES
NO PELIGROSOS Reciclables Plástico	Bolsas de plástico, vasos y platos plásticos, garrafas, recipientes de polipropileno, bolsas de suero y polietileno sin contaminar y que no provengan de pacientes con medidas de aislamiento.		Rotular con:  RECICLABLE PLÁSTICO
NO PELIGROSOS Reciclables Vidrio	Toda clase de vidrio.		Rotular con:  RECICLABLE VIDRIO

Fuente:

<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/capacitaciones/Capacitacion%20PGIR%20Técnicos%20Salud.pdf>

Imagen 19. (Continuación)

QUÍMICOS	Resto de sustancias químicas y sus empaques o cualquier otro residuo contaminado con estos		Rotular con:  RIESGO QUÍMICO
NO PELIGROSOS Reciclables Chatarra	Toda clase de metales		Rotular con:  RECICLABLE CHATARRA
NO PELIGROSOS Ordinarios e Inertes	Servilletas, empaques de papel plastificado, barrido, colillas <del>iconor</del> , vasos desechables, papel carbón, tela.		Rotular con: NO PELIGROSOS ORDINARIOS Y/O INERTES
PELIGROSOS INFECCIOSOS <del>Biosanitarios</del> , Corto punzantes y Químicos	Compuestos por cultivos, mezcla de microorganismos, medios de cultivo, o cualquier residuo contaminado por sangre o fluidos corporales.		Rotular con:  RIESGO BIOLÓGICO

Fuente:

<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/capacitaciones/Capacitacion%20PGIR%20Técnicos%20Salud.pdf>

10.2.4 Chatarra .La chatarra que se extrae de las reparaciones o del mantenimiento de componentes metálicos se le aplica el proceso de disposición el cual es;

- Determinar elementos que ya no sean funcionales.
- Se lleva al encargado de las piezas y el genera una autorización de salida
- Una asistente del área se encarga de contactar chatarrerías en donde la materia va a tener su debido trato

- Se hace un cargamento de chatarra y se pesa dentro de la empresa, para saber que tantos elementos van a salir de ella

- El camión pertinente los recoge y transporta a la chatarrería

10.2.5 Aceites La empresa dispone de una gran variedad de aceites que salen de las maquinas utilizadas como los motores, fresadoras, siliconadoras y cortadoras, entre otras. La empresa recolecta estos aceites en tanques y los tiene en un espacio llenándolos de los residuos que quedan de las maquinas durante los mantenimientos, en el momentos que estos tanques llegan a su tope la empresa recurre a la resolución 1188 de 2003 donde se llenan los respectivos formatos y seguimiento del producto a despachar, todo esto es por medio de la secretaria distrital de ambiente.

## 11. IMPLEMENTACION DE PLAN DE MANTENIMIENTO

Para empezar se realizó dentro de la empresa unas capacitaciones para dar a conocer a los empleados los cambios en el área de mantenimiento explicando el nuevo sistema de codificación, las maquinas críticas y contar sobre el proyecto que se generó para esta empresa con el fin de mejorar el área de mantenimiento y de producción.

Se realizó un registro de asistencia para llevar el control del personal involucrado en dichas capacitaciones y paralelo a eso un cronograma dando las fechas, los asistentes y los temas a tratar en cada una de estas capacitaciones.

### Formato 8. Registro de asistencia

 <span style="font-size: 1.2em; font-weight: bold; margin-left: 20px;">Registro de asistencia</span>			
Fecha			
Tema			
A cargo			
N°	Nombre	Cedula	Firma
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
Firma de responsable _____ Fecha _____			

Cuadro 39. Cronograma actividades

TEMAS	Febrero 22 de 2016	Marzo 7 de 2016	Abril 4 de 2016	Abril 18 de 2016
1.Generalidades				
¿Qué es el mantenimiento?				
Que busca la empresa implementando un plan de mantenimiento				
Que personal esta involucrado en este plan				
A que quiere llegar la empresa con este plan				
2.Plan de mantenimiento Fp reflector panels y glasses S.A.S				
Que es una codificacion				
Como es la codificacion para Fp reflector panels y glasses S.A.S				
Analisis de criticidad y metodologia				
Analisis de fallas ( AMEF)				
Equipos no criticos				
2.Formatos de mantenimiento				
Ficha tecnica				
Hoja de vida				
Orden de trabajo				
Preguntas				
3.P programas sistematicos				
Inspeccion				
actividades de inspeccion				
Lubricacion				
actividades de lubricacion				
Ajuste y limpieza				
Actividades de ajustes y limpieza				
Mantenimiento programado				
Formato de mantenimiento programado				
4.Indicadores de gestion				
Que nos dice los indicadores ?				
Disponibilidad				
Mantenibilidad				
Confiableidad				
Como mejoramos estos indicadores				
Gerente General				
Coordinadores				
Empleados linea de produccion				



### 11.1 CAPACITACIÓN 1.

En esta capacitación se citó al gerente y a los coordinadores con el objetivo de explicar detalladamente el proceso que conlleva el plan de mantenimiento realizado, también para concientizar que el proyecto empieza principalmente con el apoyo y guía de ellos para que sea exitoso y vean cambios reflejados en la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de las máquinas de la empresa, en esta sesión se resolvieron dudas sobre los métodos que se realizaron los procesos criticidad, codificación entre otros, dejando claro los primeros puntos de el plan de mantenimiento como lo muestra el cronograma.

Imagen20. Capacitación 1




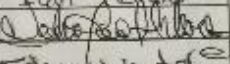


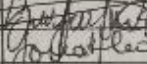
FP REFLECTAR		Registro de asistencia	
Fecha	Febrero 22 / 2016		
Tema	Capacitación 1 (Implementación mantenimiento)		
A cargo	Caucho Garcia		
N°	Nombre	Cedula	Firma
1	LUENAY RAMEN	52284756	[Firma]
2	GIOVANNY RODRIGUEZ	79914079	[Firma]
3	FELIX ALFARO	79562070	[Firma]
4	OMAR JIMENEZ	10305301059	[Firma]
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
Firma de responsabilidad		[Firma]	
Fecha		[Firma]	

**FP REFLECTAR**  
**PANELES Y OBLA**  
**NIT. 900.755.571**  
**ALMACEN**  
**RECIBIDO PARA ESTE**  
**NO DEBE IR...**

## 11.2 CAPACITACIÓN 2

Se reunió al personal involucrado con las máquinas y área de producción para hablar sobre los cambios que se realizarán, contándoles sobre el proyecto y de que trata cada objetivo, explicando cada concepto que se encuentra dentro del proyecto de mantenimiento, se les habló sobre el estado de la maquinaria y el resultado esperado sobre el área de producción implementando el proyecto de mantenimiento, esta sesión se basó principalmente en hacer enterar al personal sobre el proyecto pero ante todo en mostrarles cómo se deben manejar los formatos y la importancia de darles un buen uso, donde se les comentó que ellos eran una gran parte de este proyecto, pues con la ayuda de ellos se podría observar un gran cambio en el área de productividad, una mayor seguridad para el personal y una mejoría en la organización de la empresa en esta área.

Imagen 21. Capacitación 2

 <span style="float: right;">Registro de asistencia</span>			
Fecha	7 / marzo / 2016		
Tema	Capacitación 2 / Implementación de mantenimiento		
A cargo	Camilo Garcia		
N°	Nombre	Cedula	Firma
1	Stioanny Rodriguez	79 914 019	
2	William Salazar	11,185,761	
3	Osval Jimenez	1050530109	Osval Jimenez
4	Juan Moreno	1024549440	Juan Moreno
5	Didier Tena	1024547613	
6	Fabian Didal	11224964	Fabian Didal
7	Johanes Lampas	79988.332 Bta	AATZ Lampas
8	Friso Atamayo	18594990	
9	Albergo Lomba	74497511	
10	Fair Perez D	86070217	Fair Perez
11	Luis Felipe Rodriguez Arce	1016036938	
12	Jonathan A. Soria	80858.314	Jonathan A. Soria
13			
14			
15			

**RECIBIDO PARA ACEPTACION**  
**NO IMPLICA ACEPTACION**  
**ALMACEN**  
 NIT: 900.755.571-9  
**FP REFLECTAR**  
**PANELS & GLASS**

### 11.3 CAPACITACIÓN 3.

En esta sesión se citó al gerente, coordinadores y operarios encargados del mantenimiento, continua observación y manipulación de los equipos para hacer conocer los indicadores de la maquinaria como lo son la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad explicando cada uno de ellos y poniendo como estándar mejorar cada uno de estos indicadores así observando el éxito del proyecto, seguido a esto se habló sobre las actividades que se empezarian a gestionar sobre las maquinas como las inspecciones, lubricaciones, ajustes y limpiezas, así llevando un control de las actividades necesarias para tener una buena disposición y estado de la maquinaria.

Imagen22. Capacitación 3

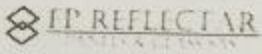
FP REFLECTAR		Registro de asistencia	
Fecha	4 abril / 2016		
Tema	Capacitación 3. (Terminación)		
A cargo	Caetano Garcia		
N°	Nombre	Cedula	Firma
1	ROSENAY RAMON	52.204756	[Firma]
2	Giobanny Rodriguez	79.914.019	[Firma]
3	William Salazar	11.189.261	[Firma]
4	FELIX A. PULZDO	79562082	[Firma]
5	OSCAR JIMENEZ	1030330409	[Firma]
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
Firma de responsable		[Firma]	
Fecha			

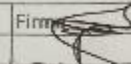
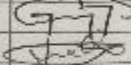
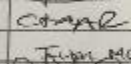
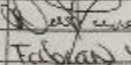
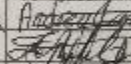

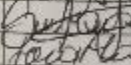
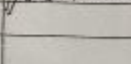
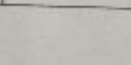
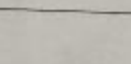

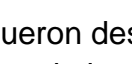
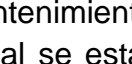
**FP REFLECTAR**  
**PANELESSY GLASS**  
**NIT: 900.755.571**  
**ALMACEN**  
**RECIBIDO PARA [...]**  
**MILICA**

### 11.1.4 CAPACITACIÓN 4

Se solicitó una reunión para mirar los últimos objetivos del proyecto, para explicar los últimos aspectos de la implementación y la importancia que tiene el trabajo en grupo para el éxito de este mantenimiento planificado, observando buenos cambios para el área de mantenimiento, el área de producción y el área de mantenimiento.

Imagen 23. Capacitación 4


Registro de asistencia

Fecha	Abril 13/2016		
Tema	manejo de formatos - Programa sistematizado		
A cargo	Caarlo Garcia		
N°	Nombre	Cedula	Firma
1	Wendy Romeno	52204786	
2	Gabriel Rodriguez	79'914.09	
3	William Salazar	11'185.261	
4	Carla Jimenez	1030530409	
5	Juan Moreno	102454940	
6	Dora Tena	1020847813	
7	Fabian Vidal	11224969	
8	Adriana Lopez	79'988.332	
9	Fredy Atamayo	18594990	
10	Alberto Lombo	79'497371	
11	Carla Perez	86070312	
12	Carla Felipe Rodriguez	1016036836	
13	Jacynthan A. Sierra	80'838'314	
14			
15			

**FP REFLECTAR**  
 PANELS Y GLAS  
 NIT: 900.755.571-9  
 ALMACEN  
 REGISTRO PARA ESTADISTICA  
 NO IMPRIMA ACEPTACION  
 Fecha \_\_\_\_\_

Dentro de todo el proceso de implementación se fueron desarrollando cada uno de los objetivos definidos para el plan de mantenimiento, iniciando con una codificación aplicada dentro de la empresa la cual se estableció con los criterios solicitados por la compañía y aportes generados por el desarrollo del proyecto, realizando una codificación concreta y con los datos necesarios para la diferenciación de máquinas, teniendo en cuenta que a partir de esta codificación ya se establecerían los historiales de cada máquina. Seguido a esto se establecieron las maquinas más críticas las cuales se debían tener en observación y en inspección constante siendo las más importantes para la línea de producción, por lo tanto aplicando las rutas de inspección para una mejor programación de mantenimiento sin necesidad de interrumpir las horas programadas de producción. Paralelo a esto se hizo el análisis y compra de los repuestos necesarios para tener en el almacén con el objetivo de bajar los tiempos de parada de la maquina por reparación. El almacén también fue dotado con los elementos para la seguridad

del personal tanto en el área de producción como en el área de mantenimiento igualmente con las canecas respectivas para cada uno de los desechos que genera la producción y las reparaciones de la maquinaria.

## 11.2 IMPLEMENTACION DE LOS FORMATOS DE MANTENIMIENTO Y ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL

La implementación de los formatos de mantenimiento se generó para llevar un orden de las máquinas, para tener un buen uso e historias de las maquinas en una base de datos con el objetivo de estar informados y actualizados con las intervenciones que se les generan a cada equipo. Después de la capacitación realizada a los empleados y coordinadores se entregaron los formatos de mantenimiento, los cuales deberán ser diligenciados cada vez que se vaya a realizar una intervención, las fichas técnicas digitalizadas en la base de datos de la empresa con el objetivo de su fácil manejo en ellas se encontraran las características de las máquinas y seguidas a cada una de las solicitudes de trabajo, ordenes de trabajo y hojas de vida de los equipos. Las tres anteriormente nombras son los formatos constantemente manipuladas pues en cada intervención se tiene q generar una de ellas por máquina. Las fichas técnicas son modificables en cantidad pues la empresa está en constante crecimiento de maquinaria. Se generaron 50 copias por formato en un archivo para tener el control de la cantidad de intervenciones que se generan a medida que los formatos se generen pasan a ser escaneados y adjuntados a su respectiva maquina en el software de la empresa.

Cuadro 40. Numero de formatos

Solicitudes de trabajo	Ordenes de trabajo	OT realizadas	Pendientes
<b>26</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>1</b>

Para el desarrollo del plan de mantenimiento se definieron tareas para el personal de la empresa. Se designaron tres empleados los cuales están constantemente en el área de producción y conocen el uso y manipulación que se le les debe dar a las maquinas.

Se establecido un coordinador que está en constate presencia en la planta el cual está encargado de guiar a los operarios y recibir órdenes de trabajo y solicitudes de trabajo, analizándolas y llevándolas a otro coordinador el cual está encargado de digitalizar los datos y organizar los procesos de mantenimiento, observando cual es la importancia de la solicitud de trabajo y si efectuarla es posible de inmediato o es necesario basarse en un proveedor. Todo según la gravedad del informe presentado. En la implementación se generaron varios casos de cambios de elementos desgastados, poleas, fracturas y discos que podían ser intervenidos de inmediato.



Para las tareas de inspección, lubricación especializadas en las actividades generadas se intervendrán por los encargados del área de mantenimiento guiadas por los coordinadores ya que este grupo de empleados tienen el conocimiento previo de los equipos y su funcionamiento así realizando la actividad exitosamente, como ayuda de capacitación para los empleados se habló con las empresas que se están generando las compras de los últimos años sobre una capacitación a los empleados de mantenimiento sobre el uso, cuidados y formas de aplicar una buena lubricación sobre los equipos y esta se ofreció a dar unas charlas sobre sus máquinas. Como observación a los siguientes procesos de implementación de maquinaria se recomendó al gerente a enviar a cierto personal a capacitaciones sobre lubricaciones y mantenimiento así haciendo más eficaz y más especializado el área de mantenimiento ya que la empresa está en constante renovación y compra de maquinaria.

La aceptabilidad por parte de los empleados a los cambios realizados en la empresa sobre el área de mantenimiento tuvo acogida y los funcionarios se vieron comprometidos con el nuevo proceso que hay que manejar en esta área, las estrategias empleadas por el área administrativa y de mantenimiento hacia los empleados y su adecuación sobre la implementación fue de completo acompañamiento mientras los formatos y nuevos procesos se volvían rutinarios, se habló con los empleados directamente involucrados en el área de mantenimiento dando por hecho que estos cambios y otros que la empresa iba a seguir fomentando era para el bienestar de ellos y de la compañía así creando sentido de pertenencia sobre todos estos cambios que se estaban generando en la empresa y área de mantenimiento.

## 12. BASE DE DATOS

La empresa a medida que se ha ido desarrollando maneja Excel como control de sus finanzas y sus otras áreas llevando a cabo la organización de ella en este sitio, siendo así se determinó manejar este programa para la organización del área de mantenimiento, desarrollándolo con su debido proceso para abordar cada uno de los ítems importantes para el orden y fácil manejo de las máquinas, en este software encontraremos información como;

- Codificación
- Programas sistemáticos
- Repuestos
- Formatos de mantenimiento
- Amef
- Repuestos
- Indicadores de gestión
- Financiera

Cada uno de estos organizados de tal forma que la información que tiene cada uno de los ítems sea de fácil acceso y manejo para el operador, encontrando todo tipo de información que sea solicitada, y manteniendo un orden en el área de mantenimiento.

El archivo donde se encuentra la base de datos tiene como nombre Base de datos FP Reflectar Panels & Glass S.A.S., desarrollado en Excel por medio de hipervínculos que facilitan la búsqueda requerida y realizado especialmente para la empresa por el autor del proyecto.

### 12.1 MENÚ PRINCIPAL.

El menú principal cuenta con 7 opciones para ser seleccionadas y siendo seleccionadas enviar a la información deseada, esta cuenta con imagen de portada y el logotipo de la empresa. (Imagen 26)

Imagen 24. Menú principal



12.1.1 selección de programas sistemáticos. Seleccionando en el menú principal la opción de programas sistemáticos o cualquier opción nos enviara a un menú referente al área a conocer (imagen 25)

Imagen 25. Programas sistemático



Ya seleccionando la opción programas sistemáticos, este arrojará un menú donde nos presentará las opciones de información que nos ofrece, buscando la de interés, en el caso de inspección, limpieza, ajuste y lubricación hay que desplegar la pestaña con el objetivo de buscar la máquina que se desea observar así siendo más fácil y rápido la búsqueda para el operario. (Imagen 26).



Imagen 26. Selección maquinaria



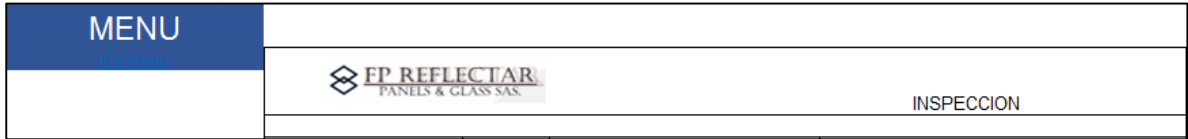
Seleccionando la pestaña y la maquina deseada a ver este nos envía al archivo deseado a analizar. (Imagen 27)

Imagen 27. Selección puntos de inspección

EQUIPO:		CODIGO:				
Siliconadora		17-R150-22-08				
SISTEMA	RUTA, FRECUENCIA, TIEMPO	ITEM	DETALLE	PARAMETROS	CANTIDAD	OBSERVACIONES
	F13 ,R7	1	mangueras	buen estado	2	Inspeccion visual
Alimentacion	T20	2	presion	80psi	2	manometro

En el momento de verificar la información nos despliega una opción que nos envía al menú principal para seguir buscando lo que se de interés. (Imagen 28)

Imagen 28. Regreso al menú



12.1.2 selección de codificación .Dependiendo del archivo y de la cantidad de información que contenga se genera la selección para llegar a la información. En el caso de la codificación maneja en su archivo dos opciones las cuales son criterios y codificación por lo tanto el sistema de selección es más sencillo. (Imagen 29)

Imagen 29. Selección de codificación



Se selecciona la opción codificación. Este nos envía a los archivos encontrados en decodificación (imagen 30)

Imagen 30. Menú codificación



Ya estando en el menú de sistema de codificación, seleccionamos una de las opciones y esta nos envía a los archivos solicitados. (Imagen 31)

Imagen 31. Codificación

MENU	
<a href="#">ir a menu</a>	
Tipo	codigo
cortadora	CR-R100-02-01
	CR-R101-04-02
	CR-R102-04-02
	CR-R103-06-04
	CR-R104-06-04
Tronzadora	TR-R110-08-04
	TR-R111-08-04
Copiadora	CO-R112-10-02
	CO-R113-31-04
retestadora	RE-R156-12-02
	RE-R157-12-02
troquel	TQ-R114-14-02
	TQ-R115-14-02

Con la opción de regresarnos al menú de sistema de codificación en caso de necesitar observar la otra opción.

12.1.3 selección de análisis de falla. En el menú principal se selecciona Análisis de falla. (Imagen 32)

Imagen 32. Selección análisis de falla



Envía al menú de análisis de falla y se selecciona la opción a ver. (Imagen 33)

Imagen 33. Análisis de criticidad

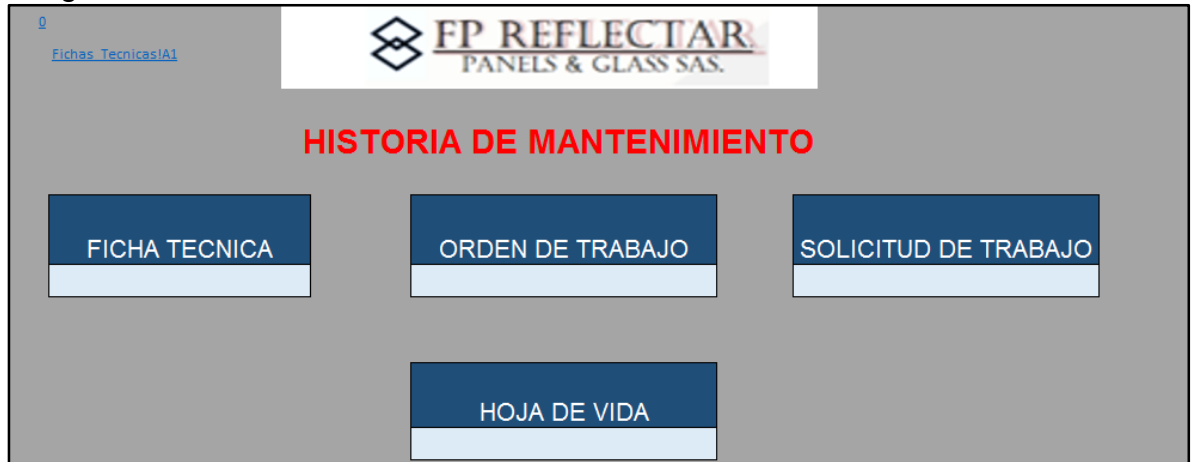
severidad			MENU
EFEECTO	RANGO	CRITERIO	Ir a menu
NO	1	Sin efecto	
MUY POCO	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del articulo sistema	
POCO	3	Cliente algo molesto. Poco efecto en el desempeño del sistema	
MENOR	4	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del sistema	
MODERADO	5	El cliente se siente algo insatisfecho . Efecto moderado en el desempeño del sistema	
SIGNIFICATIVO	6	El cliente se siente algo inconforme. El desempeño del sistema se ve afectado, pero es operable y esta a salvo.	
MAYOR	7	El cliente esta insatisfecho. El desempeño del articulo se ve seriamente afectado, pero es funcional y esta a salvo. Sistema afectado	
EXTREMO	8	El cliente muy insatisfecho. Articulo inoperable. Pero salvo	
SERIO	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de descuntinuar el uso sin perder tiempo , dependiendo de la falla.	
PELIGRO	10	Efecto peligroso. Seguridad realacionada- falla repentina .	

Al finalizar el análisis se selecciona menú para volver al menú de análisis de fallas.

Para el resto de opciones que nos presenta el menú principal se maneja uno de los métodos de selección presentados, volviendo fácil y organizada la búsqueda y selección de la información del área de mantenimiento.

12.1.4 Selección de formatos de mantenimiento. El sistema de selección para los formatos de mantenimientos es similar al de los programas sistemáticos. En el menú de formato se encontraran unas pestañas las cuales permitirán encontrar la maquina buscada. (Imagen 34).

Imagen 34. Menú historia de mantenimiento



Seleccionando una de las opciones y seleccionando la maquina nos envira a la información deseada (Imagen 35), (Imagen 36)

Para ejecutar la base de datos en su totalidad se encuentra en el anexo G

### 13. INDICADORES DE GESTION

Para desarrollar estos indicadores, se observaron y recolectaron datos durante 3 meses. Solo se contó con los datos recolectados ya que la empresa no tenía ningún concepto ni información sobre estos procesos, necesarios para verificar su eficiencia productiva y de maquinaria. Estos indicadores de gestión están relacionados con tres indicadores universales para mantenimiento los cuales son la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad, los cuales cuantifican la eficiencia de la gestión.

El cálculo de los indicadores de gestión se realizó para todas la maquinas involucradas en el plan de mantenimiento, buscando establecer datos porcentuales claros para la verificación de las máquinas que necesitan principal atención. En el proceso se suele hacer verificación de un antes y después de la implementación del plan de mantenimiento, pero como en esta empresa no se tenía una base de datos con la cual poder hacer dicha comparación, solo se generaron los indicadores de los datos tomados durante el proyecto.

#### TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (TMEF)

El tiempo medio entre fallas, es la suma de tiempos reales trabajados por el equipo dividido por el número de intervenciones sobre el equipo.

$$\text{TMEF} = \frac{\sum \text{Tiempos reales trabajados por el equipo}}{\text{Número de intervenciones sobre el equipo}}$$

Número de intervenciones sobre el equipo

#### 13.1 DISPONIBILIDAD

Según el Estándar ISO/DIS 14224 – 2004, Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\sum \text{tiempos medio entre fallas}}{\sum \text{Tiempo medio entre fallas} + \text{tiempo medio en reparación}}$$

Cuadro 41. Disponibilidad

EQUIPO	codigo	TIEMPO DE TRABAJO DIA (H)	TIEMPO REAL DE OPERACIÓN (H)	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO DE PARADA (H)	TIEMPO REAL EN OPERACIÓN (H)	TMEF(H)	TMDR(H)	DISPONIBILIDAD
cortadora	CR-R100-02-01	8	192	2	24	168	84	12	87,50%
	CR-R101-04-02	8	192	1	16	176	176	16	91,67%
	CR-R102-04-02	8	192	1	8	184	184	8	95,83%
	CR-R103-06-04	8	192	0	0	192			
	CR-R104-06-04	8	192	0	0	192			
Tronzadora	TR-R110-08-04	8	192	0	0	192			
	TR-R111-08-04	8	192	0	0	192			
Copiadora	CO-R112-10-02	8	192	1	16	176	176	16	91,67%
	CO-R113-31-04	8	192	0	0	192			
refestadora	RE-R156-12-02	8	192	0	0	192			
	RE-R157-12-02	8	192	0	0	192			
troquel	TQ-R114-14-02	8	192	0	0	192			
	TQ-R115-14-02	8	192	0	0	192			

Cuadro 41. Continuación.

EQUIPO	Codigo	TIEMPO DE TRABAJO DIA (H)	TIEMPO REAL DE OPERACIÓN (H)	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO DE PARADA (H)	TIEMPO REAL EN OPERACIÓN (H)	TMEF(H)	TMDR(H)	DISPONIBILIDAD
fresadora	FR-R120-16-05	8	192	1	8	184	184	8	95,83%
	FR-R121-18--06	8	192	2	16	176	88	8	91,67%
mesa ensa	ME-R131-20-04	8	192	0	0	192			
	ME-R132-20-04	8	192	1	8	184	184	8	95,83%
	ME-R133-20-04	8	192	0	0	192			
	ME-R134-20-04	8	192	1	8	184	184	8	95,83%
	ME-R135-20-04	8	192	0	0	192			
Siliconado	SFR150-22-08	8	192	3	40	152	50,66667	13,333333333	79,17%
	SFR151-22-08	8	192	0		192			
	SF-160-29-09	8	192	1	6	186	186	6	96,88%
	WS-R152-24-03	8	192	2	16	176	88	8	91,67%
winsh	WS-R153-24-03	8	192	0	0	192			
	WS-R154-24-03	8	192	1	8	184	184	8	95,83%
	WS-R155-24-03	8	192	1	8	184	184	8	95,83%
Compreso	CP-R158-26-07	8	192	2	24	168	84	12	87,50%
	CP-R159-28-07	8	192	1	8	184	184	8	95,83%
	CP-R161-30-10	8	192	0	0	192			



En el cuadro se puede identificar la disponibilidad dada por los datos tomados durante los primeros 3 meses en donde observamos las fallas, cantidad de fallas, el tiempo de parada de la máquina y el tiempo en resolver el problema o tiempo reparación, con estos datos se analizó cada uno de los equipos de la empresa, por el tiempo de análisis todas las máquinas no mostraron fallas y se trabajó con las que si lo generaron, los resultados que se observaron muestra que las máquinas críticas tienen un nivel inferior a la disponibilidad total, siendo esto un problema en momentos para la producción de la empresa en tiempo de que la empresa se encuentre en el tope de producción. Teniendo en cuenta que los problemas de disponibilidad de las máquinas son mayores ya que anteriormente de los meses analizados se encontraban máquinas paradas por completo durante muchos días de operación.

### 13.2 CONFIABILIDAD

Según el Estándar ISO/DIS 14224 – 2004, Es la capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo dado.

La fórmula para hallar la confiabilidad es:

$C(t)$  = tiempo medio entre fallas / horas reales de operación

T = tiempo real en operación

TMEF = tiempo medio entre fallas

Cuadro 42. Confiabilidad

EQUIPO	codigo	TIEMPO DE TRABAJO DIA (H)	TIEMPO REAL DE OPERACIÓN por mes (H)	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO DE PARADA (H)	TIEMPO REAL EN OPERACIÓN (H)	TMEF	CONFIABILIDAD
cortadora	CR-R100-02-01	8	192	2	24	168	84	50%
	CR-R101-04-02	8	192	1	16	176	176	100%
	CR-R102-04-02	8	192	1	8	184	184	100%
	CR-R103-06-04	8	192	0	0	192		N/D
	CR-R104-06-04	8	192	0	0	192		N/D
Tronzadora	TR-R110-08-04	8	192	0	0	192		N/D
	TR-R111-08-04	8	192	0	0	192		N/D
Copiadora	CO-R112-10-02	8	192	1	16	176	176	100%
	CO-R113-31-04	8	192	0	0	192		N/D
retestadora	RE-R156-12-02	8	192	0	0	192		N/D
	RE-R157-12-02	8	192	0	0	192		N/D
troquel	TQ-R114-14-02	8	192	0	0	192		N/D
	TQ-R115-14-02	8	192	0	0	192		N/D
								N/D

Cuadro 42. (Continuación)

EQUIPO	Codigo	TIEMPO DE TRABAJO DIA (H)	TIEMPO REAL DE OPERACIÓN por mes (H)	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO DE PARADA (H)	TIEMPO REAL EN OPERACIÓN (H)	TMEF	CONFIABILIDAD
fresadora	FR-R120-16-05	8	192	1	8	184	184	100%
	FR-R121-18-06	8	192	2	16	176	88	50%
mesa ensamble	ME-R131-20-04	8	192	0	0	192		N/D
	ME-R132-20-04	8	192	1	16	176	176	100%
	ME-R133-20-04	8	192	0	0	192		N/D
	ME-R134-20-04	8	192	1	8	184	184	100%
	ME-R135-20-04	8	192	0	0	192		N/D
Siliconadora	SFR150-22-08	8	192	3	40	152	50,666666667	33%
	SFR151-22-08	8	192	0		192		N/D
	SF160-29-09	8	192	1	6	186	186	100%
	WS-R152-24-03	8	192	2	16	176	88	50%
winsh	WS-R153-24-03	8	192	0	0	192		N/D
	WS-R154-24-03	8	192	1	6	186	186	100%
	WS-R155-24-03	8	192	1	8	184	184	100%
Compresores	CP-R158-26-07	8	192	2	24	168	84	50%
	CP-R159-28-07	8	192	1	8	184	184	100%
	CP-R161-30-10	8	192	0	0	192		N/D

En el cuadro se observa el resultado de la confiabilidad, el cual se encontró primero el tiempo medio entre fallas (TEMF) y después aplicando la formula se dio en valor porcentual de la confiabilidad, siendo un porcentaje muy bajo.

#### TIEMPO MEDIO EN REPARACIONES

Este corresponde al valor equivalente en tiempo que se desea utilizar , del promedio de tiempo en el que sucede la falla, en donde este indicador es importante para determinar más adelante una meta mayor del TMDR para poder lograr una mejor disponibilidad.

$$\text{TMDR} = \frac{\text{Tiempo total de trabajo en mantenimiento}}{\text{Número de intervenciones sobre el equipo}}$$

#### 13.3 MANTENIBILIDAD

Según el Estándar ISO/DIS 14224 – 2004, Es la capacidad ,bajo condiciones dadas, que tiene un activo o componente de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo dado a un estado donde sea capaz de realizar su función original nuevamente, cuando el mantenimiento ha sido realizado bajo condiciones prescritas, con procedimientos y medios adecuados.

$$\text{Mantenibilidad} = \frac{\text{Tiempo medio en reparación}}{\text{Número de intervenciones sobre el equipo}}$$

Cuadro 43. Mantenibilidad

EQUIPO	codigo	TIEMPO DE TRABAJO DIA (H)	TIEMPO REAL DE OPERACIÓN (H)	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO DE PARADA (H)	TIEMPO REAL EN OPERACIÓN (H)	TMDR(H)	MANTENIBILIDAD	TIEMPO DE REPARACION (H)
	CR-R100-02-01	8	192	2	24	168	12	8%	5
	CR-R101-04-02	8	192	1	16	176	16	6%	2
	CR-R102-04-02	8	192	1	8	184	8	12%	3
cortadora	CR-R103-06-04	8	192	0	0	192		N/D	N/D
	CR-R104-06-04	8	192	0	0	192		N/D	N/D
								N/D	N/D
	TR-R110-08-04	8	192	0	0	192		N/D	N/D
Tronzadora	TR-R111-08-04	8	192	0	0	192		N/D	N/D
								N/D	N/D
	CO-R112-10-02	8	192	1	16	176	16	6%	2
Copiadora	CO-R113-31-04	8	192	0	0	192		N/D	N/D
								N/D	N/D
	RE-R156-12-02	8	192	0	0	192		N/D	N/D
retestadora	RE-R157-12-02	8	192	0	0	192		N/D	N/D
								N/D	N/D
	TQ-R114-14-02	8	192	0	0	192		N/D	N/D
troquel	TQ-R115-14-02	8	192	0	0	192		N/D	N/D
								N/D	N/D

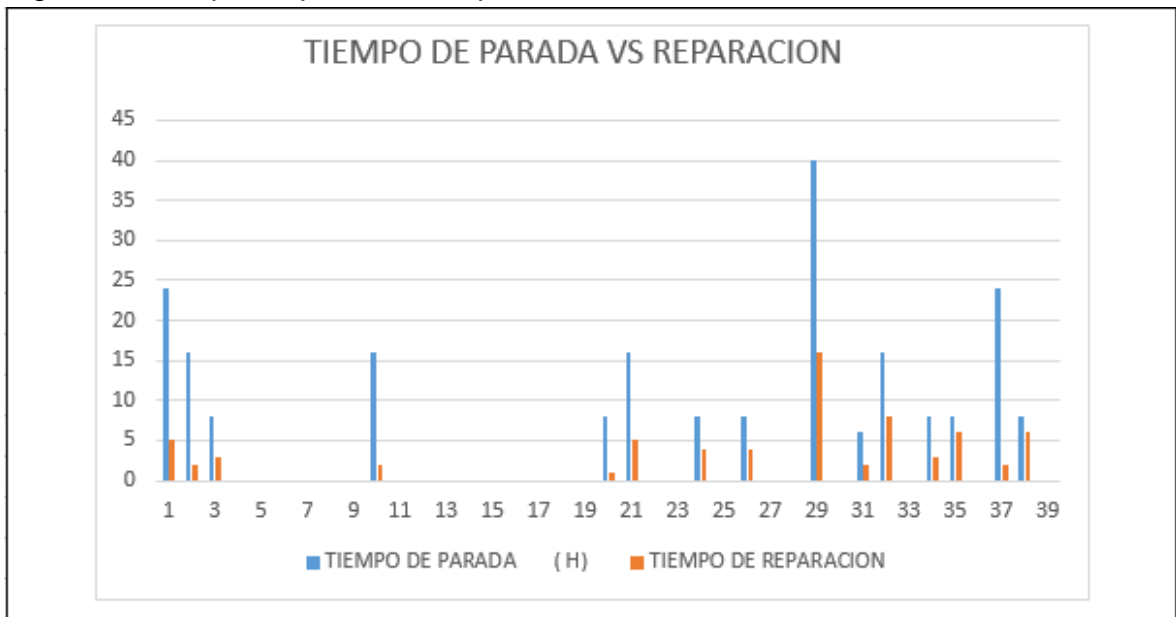
Cuadro 43. (Continuación)

EQUIPO	Codigo	TIEMPO DE TRABAJO DIA (H)	TIEMPO REAL DE OPERACIÓN (H)	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO DE PARADA (H)	TIEMPO REAL EN OPERACIÓN (H)	TMDR(H)	MANTENIBILIDAD	TIEMPO DE REPARACION (H)
fresadora	FR-R120-16-05	8	192	1	8	184	8	12%	1
	FR-R121-18--06	8	192	2	16	176	8	12%	5
mesa ensa	ME-R131-20-04	8	192	0	0	192		N/D	N/D
	ME-R132-20-04	8	192	1	8	184	8	12%	4
	ME-R133-20-04	8	192	0	0	192			
	ME-R134-20-04	8	192	1	8	184	8	12%	4
	ME-R135-20-04	8	192	0	0	192		N/D	N/D
Siliconado	SI-R150-22-08	8	192	3	40	152	13,33333	7%	16
	SI-R151-22-08	8	192	0		192		N/D	N/D
	SI-160-29-09	8	192	1	6	186	6	15%	2
	WS-R152-24-03	8	192	2	16	176	8	12%	8
winsh	WS-R153-24-03	8	192	0	0	192		N/D	N/D
	WS-R154-24-03	8	192	1	8	184	8	12%	3
	WS-R155-24-03	8	192	1	8	184	8	12%	6
Compreso	CP-R158-26-07	8	192	2	24	168	12	8%	2
	CP-R159-28-07	8	192	1	8	184	8	12%	6
	CP-R161-30-10	8	192	0	0	192		N/D	N/D

En el cuadro se observó que la mantenibilidad en porcentaje es baja por el motivo que el tiempo en reparación es muy alto para la cantidad de fallas por lo tanto para mejorar la mantenibilidad tiene bajar el tiempo de reparación así bajando el índice de tiempo medio de reparación y por lo tanto así aumentándose el porcentaje de mantenibilidad.

Se encontró una gran diferencia entre los tiempos de parada y los tiempos de reparación ya que en esta empresa no se cuenta con personal ni planes de mantenimiento por lo tanto esta gran diferencia es producto de que cuando se presenta una falla en la empresa tiene que ubicar personas especializadas para el mantenimiento correctivo, estos tienen que ir a evaluar, cotizar y después de tener todo listo ejecutar la acción correctiva lo cual lleva más tiempo de lo debido para que la maquina empiece de nuevo. Retrasando la línea de producción creando grandes y graves retrasos.

Figura 5. Tiempo de parada vs reparación



Cuadro 44. Comparación indicadores de gestión

Codificación	Confiabilidad	Mantenibilidad	Diponibilidad antes de la implementacion	Disponibilidad despues de la implementacion
CR-R100-02-01	50%	8%	88%	95,83%
CR-R101-04-02	100%	6%	92%	0,00%
CR-R102-04-02	100%	12%	96%	0,00%
CR-R103-06-04	N/D	N/D	0%	0,00%
CR-R104-06-04	N/D	N/D	0%	0,00%
	N/D	N/D	0%	0,00%
TR-R110-08-04	N/D	N/D	0%	0,00%
TR-R111-08-04	N/D	N/D	0%	0,00%
	N/D	N/D	0%	0,00%
CO-R112-10-02	100%	6%	92%	0,00%
CO-R113-31-04	N/D	N/D	0%	0,00%
	N/D	N/D	0%	0,00%
RE-R156-12-02	N/D	N/D	0%	0,00%
RE-R157-12-02	N/D	N/D	0%	0,00%
	N/D	N/D	0%	0,00%
TQ-R114-14-02	N/D	N/D	0%	0,00%
TQ-R115-14-02	N/D	N/D	0%	0,00%
	N/D	0%	0%	0,00%
Codigo	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD	Diponibilidad antes de la implementacion	Disponibilidad despues de la implementacion
FR-R120-16-05	100%	12%	96%	0,00%
FR-R121-18--06	50%	12%	92%	97,92%
	N/D	N/D	0%	0,00%
ME-R131-20-04	N/D	N/D	0%	98,96%
ME-R132-20-04	100%	12%	96%	0,00%
ME-R133-20-04	N/D	0%	0%	0,00%
ME-R134-20-04	100%	12%	96%	97,92%
ME-R135-20-04	N/D	N/D	0%	0,00%
	0%	N/D	0%	0,00%
SI-R150-22-08	33%	7%	79%	98,44%
SI-R151-22-08	N/D	N/D	0%	98,44%
SI-160-29-09	100%	15%	97%	0,00%
WS-R152-24-03	50%	12%	92%	95,83%
WS-R153-24-03	N/D	N/D	0%	97,92%
WS-R154-24-03	100%	12%	96%	0,00%
WS-R155-24-03	100%	12%	96%	0,00%
	N/D	N/D	0%	0,00%
CP-R158-26-07	50%	8%	88%	0,00%
CP-R159-28-07	100%	12%	96%	0,00%
CP-R161-30-10	N/D	N/D	0%	0,00%

La información de indicadores de gestión, tablas y figuras se encuentran completa se encuentra en el anexo



## 14. EVALUACIÓN FINANCIERA.

Con la evaluación financiera se pretende determinar la viabilidad financiera del proyecto desarrollado para la empresa FP reflector panel y glases S.A.S.

### 14.1 COSTO DEL PROYECTO

Los costos incluyen los gastos que fueron generados para el desarrollo e implementación del proyecto como lo son el talento humano, fungibles, maquinas, equipos, capacitaciones.

Se empezó con el talento humano calculando el valor de horas hombre del personal que fue capacitado en las 3 reuniones de la empresa y 1 echa por personal externo.

Para calcular el costo hora de uno de los coordinadores (Técnico mecánico) se tomó el salario total con prestaciones incluidas sobre el mes y se hizo una conversión para dejar este total en día/ hora.

Costo hora hombre coordinador = (salario total / mes \* 1mes/25 días \* 1 día/ 8h)

Cuadro 45. Costo hora hombre

Cargo	Salario Mensual	Costo hora hombre
Gerente	5.000.000,00	25.000,00
Tecnico mecanico	1.500.000,00	7.500,00
Coordinadora	1.868.200,00	9.341,00
operarios	878.000,00	4.390,00

En las capacitaciones no solo asistieron los coordinadores y los 2 representantes de planta encargados del mantenimiento, también asistieron los operarios encargados de algunas máquinas los cuales tenían conocimientos sobre los equipos, por lo tanto se analizó el costo hombre de todos los asistentes de las capacitaciones utilizando el mismo cálculo.

Cuadro 46. Costo capacitación 1

CAPACITACION 1			
Cargo	Asistencia	Horas	Costo Hora hombre
Gerente	1	2	50.000,00
Técnico mecánico	1	2	15.000,00
Coordinadora	1	2	18.682,00
Total			83.682,00

Cuadro 47. Costo capacitación 2

CAPACITACION 2			
Cargo	Asistencia	Horas	Costo Hora hombre
Operarios	10	1	43.900,00
Total			43.900,00

Cuadro 48. Costo capacitación 3

CAPACITACION 3			
Cargo	Asistencia	Horas	Costo Hora hombre
Gerente	1	1,30	32.500,00
Tecnico mecanico	1	1,30	9.750,00
Coordinadora	1	1,30	12.143,30
Operarios	10	1,30	57.070,00
Total			111.463,30

Cuadro 49. Costo capacitación 4

CAPACITACION 4			
Cargo	Asistencia	Horas	Costo Hora hombre
Técnico mecánico	1	1	7.500,00
Coordinadora	1	1	9.341,00
Operarios	10	1	43.900,00
Total			60.741,00

Ya determinando el costo de los cargos de los asistentes se calcula el valor de cada día de charla totalizando el costo de cada capacitación.

Cuadro 50. Costo total del proyecto

Itmes	Unidad	Cantidad	Unidad (\$)	Total (\$)
<b>Talento Humano</b>				
Empleados	Salario	5		3.640.860
Capacitacion 1	Hora hombre	3		83.682
Capacitacion 2	Hora hombre	10		43.900
Capacitacion 3	Hora hombre	12		111.463
Capacitacion 4	Hora hombre	12		60.741
TOTAL				3.940.646
<b>Fungibles</b>				
Papeleria	paquete	2	7.800	15.600
Fotocopias	hojas	100	100	10.000
Cartuchos	unidad	2	78.400	156.800
Recargas	unidad	2	13.000	26.000
Carpeta	unidad	1	11.000	11.000
TOTAL				219.400
<b>Gatos maquinaria y equipos</b>				
Computador	unidad	1	1.150.000	1.150.000
Equipo	Unidad	2	293.000	293.000
impresora	unidad	1	300.000	300.000
TOTAL				1.743.000
<b>Otros gastos</b>				
Transporte	galon	200	7.560,00	1.512.000
herramientas almacen	Unidad	1	842.260	842.260
Repuestos almacen	Unidad	1	9.614.928	9.614.928
seguridad	unidad	1	4.920.000	4.920.000
TOTAL				16.889.188
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>22.792.234</b>

Tomando los otros gastos durante el desarrollo e implementación obtuvimos estos costos totales del proyecto.

## 14.2 INGRESOS POR AUMENTO

Durante los meses de estudio para realizar el proyecto se recogieron datos como horas de uso de las máquinas, horas de parada por fallas y horas de reparación, esto dándonos a conocer un promedio de las horas que se perdían por no tener una implementación de un plan de mantenimiento planificado.

La implementación de este proyecto se fue dando a medida que se generaban los conceptos y estándares necesarios para hacerlo y dado a esto se fueron viendo pequeños cambios en la disponibilidad de algunas máquinas. Teniendo en cuenta que el tiempo de implementación es corto los cambios son muy bajos, aun así son notorios dentro de la operación y de los porcentajes de la disponibilidad. Se comparó la disponibilidad inicial con la tomada después de la implementación del proyecto, observando cambios significativos y estos aumentando las horas de funcionamiento de la máquina, tomándolos como aumento en la producción.



### 14.3 RELACION COSTO BENEFICIO

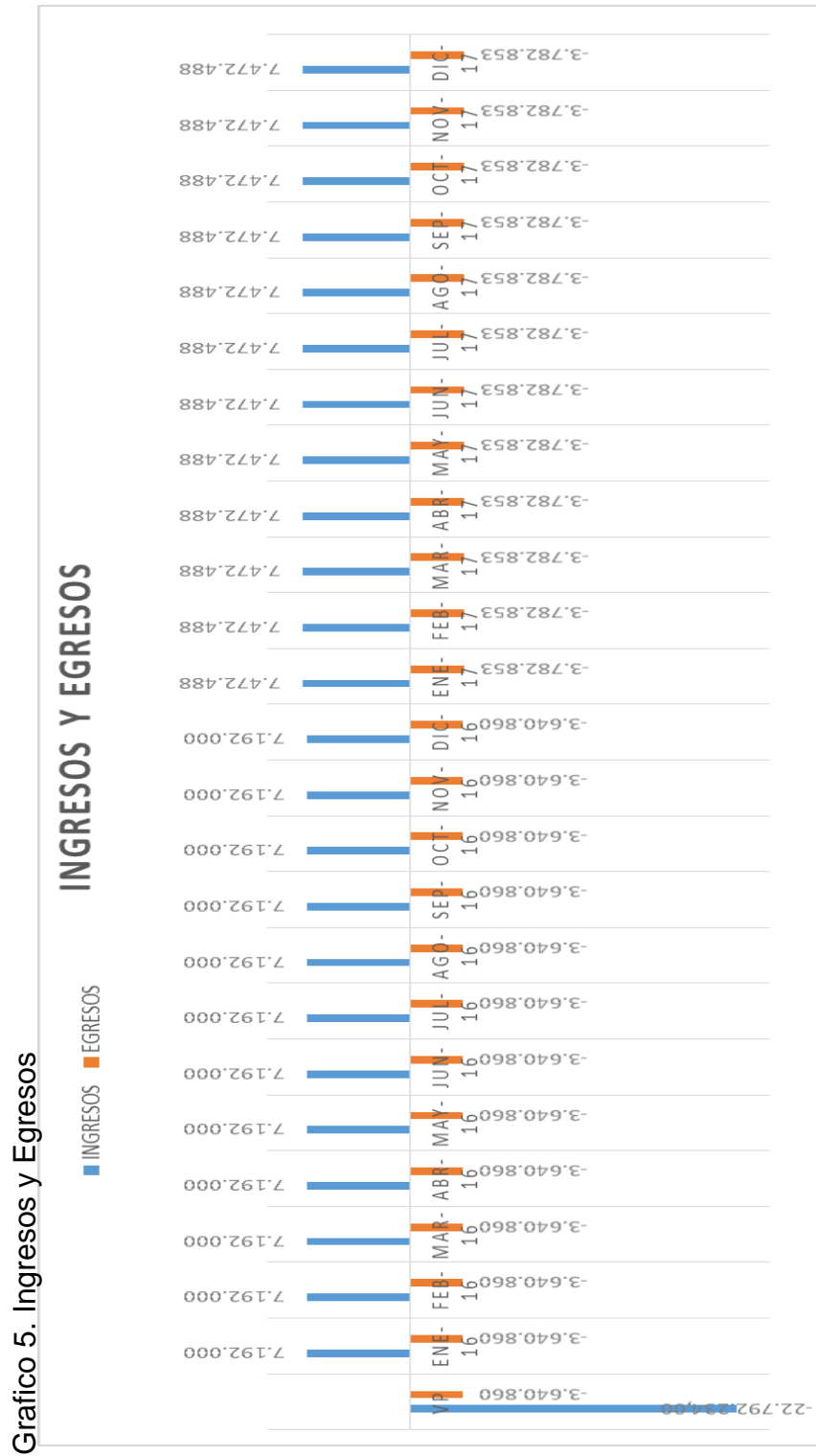
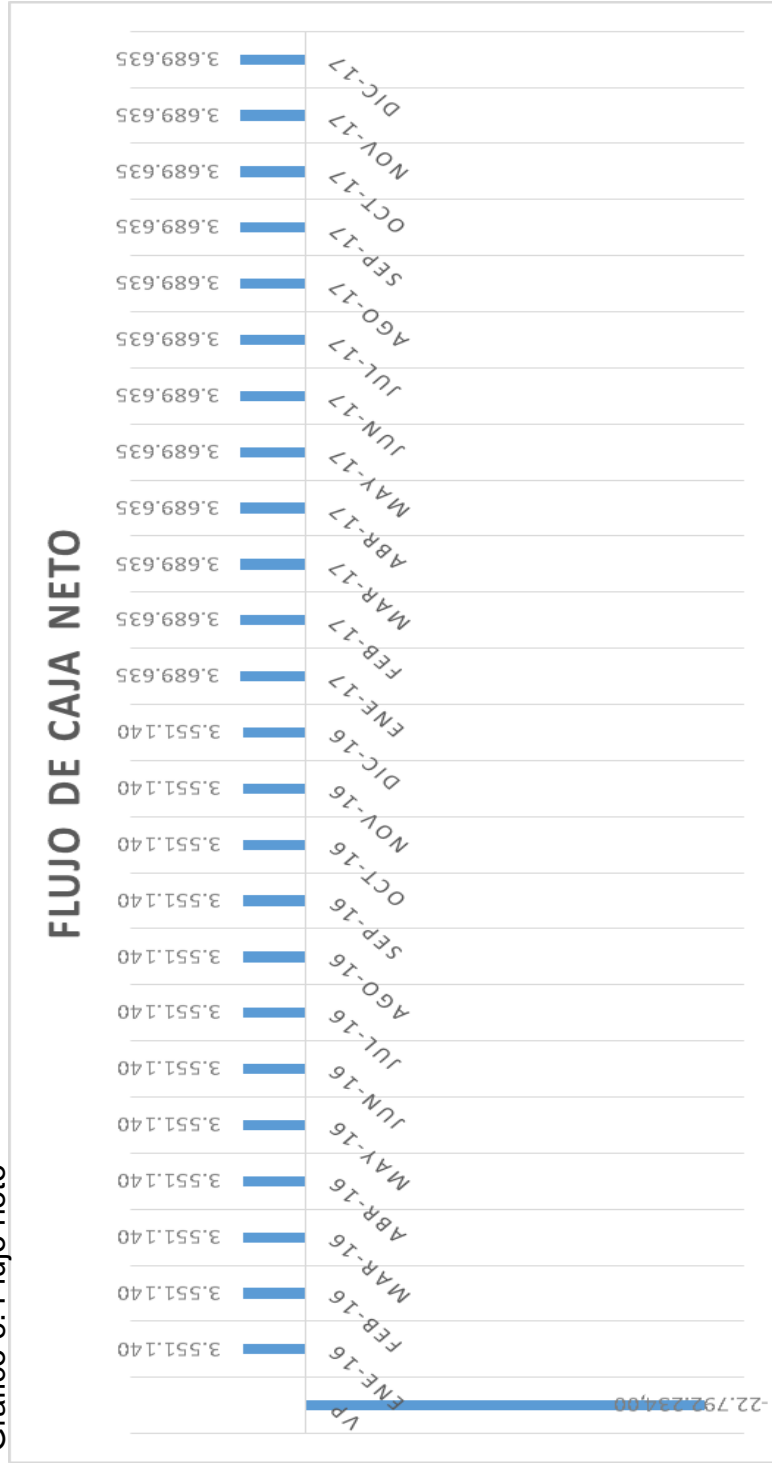


Grafico 6. Flujo neto



La empresa no maneja la tasa de inflación por lo tanto se tomó de los resultados que maneja el banco de la república.

- Tasa inflación = 3.9%
- DTF = 6.68%
- IPC= 3,9%
- Tasa interna de inversionista, efectiva anual: 15,5
- Tasa nominal anual = 14,50%
- Tasa nominal mensual = 1,2 %

Para hallar el valor presente neto tenemos que llevar todos los valores de flujo de caja de 2 años a un valor presente así obteniendo si proyecto es viable.

- Hallar el valor presente primero año

$$VP = A * \frac{((1+i)^{12}-1)}{((1+i)^{12} * i)} = \$ 39' 468.920$$

$$i = 0.012$$

$$A = 3'551.234$$

- Hallar valor presente segundo año

$$VP = A * \frac{((1+i)^{12}-1)}{((1+i)^{12} * i)} = \$ 41' 007.137$$

$$i = 0,012$$

$$A = 3'689.635$$

- Hallar el valor presente del segundo año en el inicio del valor presente

$$VP = \frac{A}{(1+i)^{12}} = \$ 35' 538.025$$

$$A = 41' 007.137$$

$$i = 0.012$$



- VALOR PRESENTE NETO

$$VP = -VP + VP_1 + VP_2$$

$$VP = -22' 792. 234 + 39' 468.929 + 35' 538 .025$$

$$VP = \$ 52' 214.720 \geq 0 \text{ Factible}$$

El valor presente neto del proyecto fue de \$ 52' 214. 720 siendo mayor que 0 y obteniendo que es proyecto es viable.

- TIEMPO EN RECUPERAR LA INVERSIÓN

$$VPN = \frac{-V_p}{(1+TIO)^0} + \frac{-VF_1}{(1+TIO)^1} + \frac{-VF_2}{(1+TIO)^2} + \dots + \frac{V_n}{(1+TIO)^n}$$

Por medio de esta fórmula, se hayo el valor presente de cada mes y con base a eso de observo que la empresa recuperara la inversión al 7mo mes a partir de la implementación. En el 7mo mes nos da un resultado de \$ 23' 707.120 cubriendo la inversión inicial que fue de \$ 22'797.234

Cuadro 52. Valores presentes

Mes	Valor neto	Valor presente	Total
1	3.551.234	3.509.124,51	
2	3.551.234	3.467.514,33	
3	3.551.234	3.426.397,56	
4	3.551.234	3.385.768,34	
5	3.551.234	3.345.620,89	
6	3.551.234	3.305.949,50	
7	3.551.234	3.266.748,52	23.707.123,65
8	3.551.234	3.228.012,37	
9	3.551.234	3.189.735,54	
10	3.551.234	3.151.912,59	
11	3.551.234	3.114.538,13	
12	3.551.234	3.077.606,85	
			39.468.929,14
13	3.689.635	3.159.633,74	
14	3.689.635	3.122.167,73	
15	3.689.635	3.085.145,98	
16	3.689.635	3.048.563,22	
17	3.689.635	3.012.414,25	
18	3.689.635	2.976.693,92	
19	3.689.635	2.941.397,15	
20	3.689.635	2.906.518,93	
21	3.689.635	2.872.054,28	
22	3.689.635	2.837.998,30	
23	3.689.635	2.804.346,14	
24	3.689.635	2.771.093,03	
			35.538.026,64

La información financiera con sus tablas y procesos se encuentra en el anexo J

## 16. CONCLUSIONES

- Esta empresa durante los últimos meses de producción no volvió a presentar altos retrasos, observando una gran mejoría en el control y organización del área de mantenimiento. En algunas máquinas críticas el aumento de la disponibilidad ha sido notorio como en los winche con un aumento de 4.17% o la fresadora con un aumento de 6,25%.
- Los empleados de la empresa se encontraron a gusto y fácil manejo la implementación del mantenimiento preventivo, lo cual ayudó a generar mejorías dentro del proyecto y de la producción.
- Financieramente la empresa encontró el proyecto viable ya que el costo del proyecto es de \$ 22'792.234 y la rentabilidad del proyecto descontando gastos mensuales es de 3'551.140, observando que el proyecto al séptimo mes cubriría el valor total.
- El proyecto es viable para la empresa, pues con el trabajo realizado tomaron conciencia de los problemas que se generaban por no tener una implementación de mantenimiento preventivo.
- Al evaluar la seguridad ambiental y ocupacional de la empresa, se organizó la protección personal de los empleados y la forma de trabajo de cada uno, generando un trabajo más seguro y agradable para los empleados, evitando riesgo financiero a largo plazo por evitar dichos requerimientos.
- Los formatos de mantenimiento y las actividades que fueron explicadas al personal han evitado el incumplimiento de las horas programadas de la máquina.
- La base de datos elaborada sirve de base para la posterior actualización de actividades y de registro de mantenimiento.

## 17. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar constante capacitación para los empleados del área de mantenimiento en los campos de inspección, lubricación, limpieza y ajustes para que a medida que la reciban estas puedan hacer las actividades directamente en la empresa disminuyendo la necesidad de proveedores o personal externo a la empresa así siendo cada vez menos el tiempo de parada de la maquina
- Se recomienda seguir aplicando cada uno del orden establecido manteniendo un control de las máquinas y así teniendo siempre mejores beneficios para la empresa.
- Se recomienda la constante actualización del programa de mantenimiento, siendo importante el análisis constante del funcionamiento de las maquinas tanto antiguas como nuevas evitando posibles problemas o deterioros en el futuro.
- Se recomienda involucrar los equipos nuevos que la empresa está incorporando en la producción, generándole todo el procedimiento necesario para el mantenimiento planificado.

## BIBLIOGRAFIA

- ALBARRACIN, Hugo. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento planificado para los equipos de elevación de la empresa GIGACON S.A Proyecto de grado ingeniero mecánico. Bogotá D.C. faculta de ingenierías. Departamento de ingeniería mecánica 2015.
- GUTIERRES, Ana maría. Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo profesional. {En línea} Disponible en file:///C:/Users/camilo/Downloads/GUIA\_TECNICA\_EXPOSICION\_FACTORES\_RIESGO\_OCUPACIONAL.pdf
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Norma técnica colombiana NTC 1486. Documentación, presentación trabajo de grados. Actualización 2008.Hojas14
- INTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION, Guía colombiana GTC 62. Bogotá DC, ICONTEC ,1999.
- LEAN SOLUTIONS, Amef, análisis de modo de falla y efecto de falla,{En línea} disponible en <http://www.leansolutions.co/conceptos/amef/>
- PARRA, Carlos. 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. 2012
- PARRA MARQUEZ, Alberto. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. {En línea} Disponible en [https://books.google.com.co/books?id=8xsnQ1aMg2gC&pg=PA60&lpg=PA60&dq=criticidad++total++por++riesgos&source=bl&ots=IYTZlh00a1&sig=Yei\\_XZly9qaSm5felDqRaxbwxKo&hl=es&sa=X&ved=0CD0Q6AEwBWoVChMI#v=onepage&q=criticidad%20%20total%20%20por%20%20riesgos&f=false](https://books.google.com.co/books?id=8xsnQ1aMg2gC&pg=PA60&lpg=PA60&dq=criticidad++total++por++riesgos&source=bl&ots=IYTZlh00a1&sig=Yei_XZly9qaSm5felDqRaxbwxKo&hl=es&sa=X&ved=0CD0Q6AEwBWoVChMI#v=onepage&q=criticidad%20%20total%20%20por%20%20riesgos&f=false)
- PIRAGUA, juan. Desarrollo e implementación de un sistema de mantenimiento planificado para los equipos de la empresa industria Spring S.A proyecto de grado ingeniero mecánico. Bogotá DC. Facultad de ingeniería. 2012
- SISTEMA DE CONFIABILIDAD OPERACIONAL, metodología análisis de criticidad. {En línea} disponible en [http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias\\_pdf/Guia\\_SCO\\_Analisis\\_Criticidad.pdf](http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/Guia_SCO_Analisis_Criticidad.pdf)
- UNIVERDIAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Comité técnico ambiental y sanitario. {En línea} Disponible en <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/capacitaciones/Capacitacion%20PGIR%20Tecnicos%20Salud.pdf>

UNIVERSIDAD DEL VALLE. Salud ocupacional {En línea} disponible en <http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgoocupacionales.htm>