

**MODELO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN CONFIABILIDAD
(RCM) PARA LAS MAQUINAS CRITICAS DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS
DE CERESCOS SAS.**

ANTONIO FERNANDO MARIÑO NIÑO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

**MODELO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN CONFIABILIDAD
(RCM) PARA LAS MAQUINAS CRITICAS DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS
DE CERESCOS SAS.**

ANTONIO FERNANDO MARIÑO NIÑO

**Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista
En Gerencia de Mantenimiento**

**Director: Diana Guiselle Patiño Gongora
Ingeniera Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

DEDICATORIA

A mi Madre Leonor Esperanza Niño y Hermana Dayana Mariño por su confianza, enseñanza, amor y por ser mi guía en la vida, alentarme para seguir siempre adelante, hacer de mí una persona de bien, honesta y responsable.

A mi esposa Glenda Chiquillo por ser el amor de mi vida, excelente madre y la mejor cómplice para lograr todos mis sueños.

A mis Hijos Pablo Mariño y Matías Mariño por ser el regalo más hermoso que Dios me ha dado, llenar mi vida de alegría, satisfacción, ser la mejor compañía que uno pudiera desear.

A mis abuelos Jose y Leonor Niño por ser mis segundos mejores padres y por ensañarme con sus actos y ejemplo como enfrentar la vida.

A mis Tíos, Sonia, Cecilia, Alfonso y Margarita por estar ahí siempre apoyándome en todos los momentos y etapas de mi vida.

A mis Primos Luisa Erazo y Francisco niño, por su cariño, amistad y ser el eslabón perfecto para cerrar mi círculo familiar.

AGRADECIMIENTOS.

A Miguel Pla, Gerente General Cerescos Sas, Por apoyar, patrocinar este proyecto y por permitir desarrollar y aplicar mi conocimiento en la creación y estructuración del área de Mantenimiento.

A Jaime Angulo, Director de I&D, Por ser mi apoyo y guía en mi crecimiento profesional en Cerescos Sas.

A mi Director de Monografía, Ingeniera Diana Guiselle Patiño, por su amistad, apoyo y dedicarle tiempo en orientarme en la estructuración de la monografía.

A Edgar Martinez, Asistente de Mantenimiento por su colaboración, en el suministro de la información.

A Marlon Hurtado, Fabian Villalobos y Gabriel Rodriguez, Técnicos Líderes de Mantenimiento por su participación y cumplimiento en las tareas asignadas.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	17
1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS.....	18
1.1. LOCALIZACION	18
1.2. RESEÑA HISTORICA.....	18
1.3. POLITICAS DE LA EMPRESA	19
1.3.1. Misión.	19
1.3.2. Visión.	19
1.3.3. Valores organizacionales.....	19
1.3.4. Política de convivencia laboral	20
1.4. PROCESOS DE LA EMPRESA.....	20
1.4.1. Mapa de procesos cerescos sas.....	20
1.4.2. El proceso de produccion.....	21
1.4.3. El proceso de mantenimiento en cerescos.....	21
1.4.3.1. Misión de mantenimiento.	23
1.4.3.2. Visión de mantenimiento.....	23
1.4.3.3. Organigrama de mantenimiento.....	23
1.4.3.4. Talleres de mantenimiento.....	24
1.4.3.5. Almacén de mantenimiento.....	25
1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
1.6. OBJETIVO GENERAL.....	26
1.7. OBJETIVO ESPECIFICOS.....	26
1.8. JUSTIFICACION.....	26
2. MARCO TEORICO.....	27
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	28
2.1.1. Historia del mantenimiento.....	28
2.1.1.1. La primera generación.....	28
2.1.1.2. La segunda generación.....	28
2.1.1.3. La tercera generación.....	28
2.1.2. Analisis de criticidad ca.....	33
2.1.3. Mantenimiento basado en confiabilidad rcm.....	35

2.1.3.1. El rcm: siete preguntas básicas.	35
2.1.3.2. Funciones y sus estándares de funcionamiento.....	36
2.1.3.3. Fallas funcionales.	36
2.1.3.4. Modos de falla (causas de fallas).....	36
2.1.3.5. Efectos de fallas.....	37
2.1.3.6. Consecuencias de fallas.	37
2.1.3.7. Tareas de mantenimiento.	37
2.1.3.8. Acciones a “falta de”.	38
2.1.3.9. El diagrama de decisión del rcm.	38
2.1.3.10. La hoja de decisión.	38
2.1.4. Mantenimiento preventivo pm.	40
2.1.5. Mantenimiento correctivo.	40
2.1.6. Beneficios que logra el rcm.	40
2.1.7. Indicadores de mantenimiento.	41
3. OPERACIÓN PROCESO DE PRODUCTIVO.	43
3.1. PROCESO FABRICACION.....	43
3.2. PROCESO ACONDICIONAMIENTO.	44
3.3. ESTADO ACTUAL MANTENIMIENTO CERESCOS SAS.....	44
3.3.1. Programa de mantenimiento.....	44
3.3.2. Gastos mantenimiento.	45
3.3.3. Unidades de mantenimiento.	46
3.4. ANALISIS DE CRITICIDAD MAQUINAS PROCESO DE PRODUCTIVO.....	51
3.4.1. Maquinas proceso productivo.	51
3.4.2. Criterios de consecuencia y de frecuencia de falla.....	51
3.4.2.1. Características y ponderación de las consecuencias.	52
3.4.2.2. Características, y ponderación de las frecuencias de falla.	54
3.4.3. Calculo criticidad maquinas procesos productivo.....	54
3.4.4. Resultado criticidad maquinas proceso productivo.....	55
4. CONTEXTO OPERACIONAL MAQUINAS CRITICAS.	57
4.1. MAQUINA ENVASADORA GRONINGER.....	57
4.1.1. Descripción general.	57
4.1.1.1. Datos técnicos.	59
4.1.2. Condiciones para puesta en marcha.....	60

4.1.3. Diagrama entradas y salidas envasadora groningen.	66
4.1.4. Taxonomia y funcionamiento envasadora groningen.	66
4.1.4.1. Tornamesa de entrada (A).	68
4.1.4.2. Transporte (B).	69
4.1.4.3. Presencia y control de cuello(C).	69
4.1.4.4. Llenado (D).	70
4.1.4.5. Pincel (E).	70
4.1.4.6. Pre-roscado (F).	71
4.1.4.7. Roscado (G).	72
4.1.4.8. Eléctrico y de control (H).	72
4.1.4.9. Neumático (I).	73
4.1.4.10. Seguridad (J).	73
4.1.5. Estado de mantenimiento actual envasadora groningen.	73
4.1.5.1. Gastos de mantenimiento envasadora Groninger.	73
4.1.5.2. Indicadores de mantenimiento envasadora Groninger.	74
4.2. MAQUINA ETIQUETADORA PAGO.	74
4.2.1. Descripción general.	74
4.2.1.1. Datos técnicos.	77
4.2.2. Condiciones para puesta en marcha.	78
4.2.3. Diagrama entradas y salidas etiquetadora pago.	80
4.2.4. Taxonomia y funcionamiento etiquetadora pago.	80
4.2.4.1. Tornamesa de entrada (A).	82
4.2.4.2. Transporte (B).	82
4.2.4.3. Separación (C).	83
4.2.4.4. Centrado (D).	83
4.2.4.5. Sujeción (E).	83
4.2.4.6. Etiquetado (F).	83
4.2.4.7. Eléctrico y de control (G).	84
4.2.4.8. Neumático (H).	84
4.2.4.9. Seguridad (I).	84
4.2.5. Estado de mantenimiento actual etiquetadora pago.	84
4.2.5.1. Gastos de mantenimiento etiquetadora Pago.	84
4.2.5.2. Indicadores de mantenimiento etiquetadora Pago.	85

5. APLICACIÓN DEL RCM A LAS MAQUINAS CRITICAS.....	86
5.1. APLICACIÓN DEL RCM A ENVASADORA GRONINGER.....	87
5.1.1. Defincion de funciones y fallas funcionales.....	87
5.1.2. Desarrollo analisis de modos de falla y sus efectos.....	89
5.1.3. Desarrollo analisis de riesgos y tipo de decision.....	89
5.2. APLICACIÓN DEL RCM ETIQUETADORA PAGO.....	90
5.2.1. Defincion de funciones y fallas funcionales.....	90
5.2.2. Desarrollo analisis de modos de falla y sus efectos.....	92
5.2.3. Desarrollo analisis de riesgos y tipo de decision.....	93
6. PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO MAQUINAS CRITICAS Y SUS RESULTADOS.....	95
6.1. PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO MAQUINA GRONINGER.....	95
6.1.1. Indicadores mantenimiento groninger tras implementacion.....	95
6.1.2. Gastos mantenimiento groninger tras implementacion rcm.....	96
6.2. PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO ETIQUETADORA PAGO.....	97
6.2.1. Indicadores mantenimiento pago tras implementacion rcm.....	97
6.2.2. Gastos mantenimiento pago tras implementacion rcm.....	98
7. CONCLUSIONES.....	100
BIBLIOGRAFIA.....	101
ANEXOS.....	102

LISTA DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica planta de producción.....	18
Figura 2 Planta Acondicionamiento y ubicación geográfica	18
Figura 3. Mapa de Procesos Cerescos Sas.	20
Figura 4. El proceso de Producción.	21
Figura 5. Organigrama Mantenimiento.....	24
Figura 6. Talleres de mantenimiento Cerescos Sas.....	24
Figura 7. Almacén de Mantenimiento	25
Figura 8. Evoluciones expectativas del Mantenimiento	29
Figura 9. Patrones de Falla.....	30
Figura 10. Técnicas cambiantes de Mantenimiento	32
Figura 11. Matriz de criticidad.	34
Figura 12. Hoja de decisión.	39
Figura 13. Proceso de fabricación.	43
Figura 14. Proceso acondicionamiento.	44
Figura 15. Resultados Análisis de Criticidad.	56
Figura 16. Maquina Groninger.	57
Figura 17. Datos técnicos maquina Groninger.	59
Figura 18. Energización y pasó de aire envasadora Groninger.....	60
Figura 19. Reseteo Fallas Pantalla Envasadora Groninger.	60
Figura 20. Ingreso Usuario y Activación Mando Groninger.	61
Figura 21. Posición reposo envasadora Groninger.	61
Figura 22. Seleccionar y Cargar formato Envasadora Groninger.	62
Figura 23. Ajuste Parámetros mecánicos envasadora Groninger.	62
Figura 24. Piezas de recambio según formatos Groninger.	63
Figura 25. Alimentación de tolvas Groninger.	64
Figura 26. Purga envasadora Groninger.....	65
Figura 27. Activación estaciones y Aspiración envasadora Groninger.	65
Figura 28. Diagrama entradas y Salidas envasadora Groninger.	66
Figura 29. Taxonomía envasadora Groninger.....	67
Figura 30. Esquema Taxonomía envasadora Groninger.....	68
Figura 31. Maquina Etiquetadora Pago.....	75
Figura 32. Datos Técnicos maquina etiquetadora Pago.....	77
Figura 33 Energización y apertura paso de aire maquina etiquetadora Pago.	78
Figura 34. Selección Formatos en Pagomat.	78
Figura 35. Instalación rollos de etiquetas.	79
Figura 36. Ajustes mecánicos etiquetadora Pago.	79
Figura 37. Panel de Control etiquetadora pago.....	80
Figura 38. Esquema Taxonomía Etiquetadora Pago.....	80
Figura 39. Taxonomía Etiquetadora Pago.	81
Figura 40. Esquema Taxonomía Etiquetadora Pago.....	82

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Caracterización Proceso de Mantenimiento.	22
Tabla 2. Gastos Mantenimiento anuales directos por cuentas contables.	45
Tabla 3. Gastos por tipo de mantenimiento asignados a producción.	45
Tabla 4. Gastos Consolidados de mantenimiento asignados a producción.	46
Tabla 5. Clasificación unidades de Mantenimiento Cerescos Sas.	46
Tabla 6. Unidades de Mantenimiento Proceso productivo.	47
Tabla 7. Maquinas proceso productivo	51
Tabla 8. Criterios de consecuencia y de frecuencia de falla determinados.	51
Tabla 9. Criterio, características y ponderación medio Ambiente.	52
Tabla 10. Criterio, características y ponderación seguridad.	52
Tabla 11. Criterio, características y ponderación producción.	53
Tabla 12. Criterio, características y ponderación calidad.	53
Tabla 13. Criterio, características y ponderación costos.	53
Tabla 14. Criterio, características y ponderación frecuencias de falla.	54
Tabla 15. Rango Niveles de Criticidad.	54
Tabla 16. Matriz Criticidad Maquinas Procesos Productivos Cerescos Sas.	55
Tabla 17. Resultados de Criticidad y Convención.	55
Tabla 18. Equipos Criticidad Alta NA Proceso Productivo.	56
Tabla 19. Presentaciones maquina Groninger.	58
Tabla 20. Gastos Mantenimiento Envasadora GroningerR.	73
Tabla 21. Indicadores mantenimiento envasadora Groninger.	74
Tabla 22. Presentaciones Etiquetadora Pago.	76
Tabla 23. Gastos mantenimiento Etiquetadora Pago.	84
Tabla 24. Indicadores mantenimiento etiquetadora Pago.	85
Tabla 25. Grupo de Multidisciplinario implementación RCM.	86
Tabla 26. Funciones Maquina Groninger.	87
Tabla 27. Fallas funcionales maquina Groninger.	88
Tabla 28. Modos y Efectos de Falla Función 1 Maquina Groninger.	89
Tabla 29. Análisis de riesgos y Tipo de decisión Función (1) maquina Groninger.	90
Tabla 30. Funciones Etiquetadora Pago.	91
Tabla 31. Fallas funcionales Etiquetadora Pago.	92
Tabla 32. Modos y Efectos de Falla Función 2 etiquetadora Pago.	93
Tabla 33. Análisis de riesgos y tipo de decisión Función (2) etiquetadora Pago.	94
Tabla 34. Clasificación tareas de Mantenimiento.	95
Tabla 35. Indicadores mantenimiento maquina Groninger tras implementación.	95
Tabla 36. Indicadores mantenimiento maquina Groninger 2016 Vs 2015.	96
Tabla 37. Gastos Mantenimiento Groninger tras implementación RCM.	96
Tabla 38. Gastos Mantenimiento Groninger 2016 VS 2015.	96
Tabla 39. Proporción Gastos Groninger Preventivo y Correctivo 2016 VS 2015.	96
Tabla 40. Clasificación tareas de Mantenimiento propuestas Etiquetadora Pago.	97
Tabla 41. Indicadores mantenimiento Etiquetadora Pago tras implementación.	97

Tabla 42. Indicadores mantenimiento Etiquetadora Pago 2016 Vs 2015.	98
Tabla 43. Gastos Mantenimiento Pago tras implementación RCM.	98
Tabla 44. Gastos Mantenimiento Pago 2016 VS 2015.....	98
Tabla 45. Proporción Gastos Pago Preventivo y Correctivo 2016 VS 2015	99

LISTA DE ANEXOS.

	Pág.
ANEXO A. CRONOGRAMA ACTUAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	102
ANEXO B. TABLA DE AJUSTES MECANICOS MAQUINA GRONINGER.....	106
ANEXO C. TABLA DE AJUSTES MECANICOS ETIQUETADORA PAGO.....	107
ANEXO D. DEFINICION FUNCIONES ENVASADORA GRONINGER.....	108
ANEXO E. HOJA DE RCM MAQUINA GRONINGER.....	115
ANEXO F. MATRIZ DE RIESGO GRONINGER Y ETIQUETADORA PAGO.....	126
ANEXO G. DEFINICION FUNCIONES ETIQUETADORA PAGO.....	127
ANEXO H. HOJA RCM ETIQUETADORA PAGO.....	131
ANEXO I. PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO MQ. GRONINGER.....	136.
ANEXO J. PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO MQ. PAGO.....	146

RESUMEN

TITULO:

MODELO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN CONFIABILIDAD (RCM) PARA LAS MAQUINAS CRITICAS DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE CERESCOS SAS.*

AUTOR:

ANTONIO FERNANDO MARIÑO NIÑO**

PALABRAS CLAVE:

RCM, MODO DE FALLA, EFECTOS DE FALLA, MANTENIMIENTO

CONTENIDO:

Esta monografía muestra el desarrollo de un modelo de mantenimiento basado en RCM para las maquinas críticas de los procesos productivos de Cerescos Sas, realizado como respuesta a la necesidad de minimizar los impactos en la producción causados por la indisponibilidad de dichas maquinas, y con el objetivo de girar hacia las tendencias de mantenimiento desarrolladas en la actualidad, que plantean modelos que se adaptan a las funciones y contexto operacional específicos de cada máquina. Características que cumple el mantenimiento centrado en confiabilidad.

Este desarrollo está soportado por la información técnica de las máquinas y el conocimiento y experiencia del personal que opera y mantiene a los mismos. Soporte fundamental en cada una de las etapas de la aplicación de la metodología, principalmente durante la identificación de los modos de falla y efectos de los mismos. Una vez desarrollado esto, la metodología RCM, a través del diagrama de decisión, brinda una herramienta robusta que permite de una forma estructurada, establecer las actividades necesarias para preservar la función del activo. De esta forma, a través de RCM se logra optimizar las actividades de mantenimiento, eliminando de las rutinas aquellas tareas que no generan valor agregado.

El resultado debe estar acompañado de un compromiso en la ejecución de las tareas resultantes del RCM y un seguimiento constante por parte del personal de mantenimiento, buscando oportunidades de mejora en el modelo planteado que permitan incrementar la efectividad del mismo.

*Monografía

**Facultad de ingenierías Físico - Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director Diana Patiño, Ingeniero Industrial.

ABSTRACT

TITLE:

PREVENTIVE MAINTENANCE MODEL BASED ON RCM FOR CERESCOS SAS'S CRITICAL MACHINES*

AUTHOR:

ANTONIO FERNANDO MARIÑO NIÑO**

KEYWORDS:

RCM, FAILURE MODES, FAILURE EFFECTS, MAINTENANCE

CONTENTS:

This paper shows the development of a maintenance model based on RMC methodology for Cerescos Sas's critical machines. The main objective of this proposal is to minimize the impacts on production that could be caused by the unavailability of the machines. Furthermore, this paper proposes the application of a maintenance model based on equipment functions and equipment operating context. These features meet the new trend of maintenance programs that focuses on reliability.

The dissertation is supported by the equipment technical information obtained and the knowledge and experience of the workforce that operates and maintains the machines. The technical information and the workforce are the key-support in each stage mainly during the identification of failure modes and effects. After the identification, the RCM through the decision diagram provides a strong tool that allow in a structured way to establish the activities required to increase the efficiency and useful life of the assets. Therefore, the RCM optimizes the maintenance programs eliminating the tasks that no added value.

The result should be supported by a workforce's commitment in the execution of the tasks proposed by RCM and the permanent monitoring by the maintenance workforce, in order to find the Opportunities to improve the model presented and increase continuously its effectiveness.

*Monograph

**School of Mechanical Engineering. Specialization in Managment Maintenance, Director: Diana Patiño, Industrial Engineer.

INTRODUCCIÓN

Cerescos Sas es una empresa que pertenece al sector cosmético con la fabricación y comercialización de esmaltes para uñas, siendo líder en el mercado con sus dos marcas Masglo y Admiss. Hoy por hoy se enfrenta a un mercado muy competitivo con la llegada e introducción de diferentes marcas de esmaltes de excelente calidad y a precios bajos por parte de la competencia.

En aras de cumplir con las metas en ventas, Cerescos sas identifico que no solo basta con la implementación de varias estrategias agresivas en las áreas de Innovación y Desarrollo, comerciales y de mercadeo sino que también debía optimizar sus diferentes procesos con el fin de reducir sus costos de manufactura manteniendo el alto estándar de calidad, mejorando la respuesta de entrega e incrementando los márgenes de rentabilidad; Razón por la cual, el departamento de mantenimiento decide aportar su granito de arena al adoptar un plan de mantenimiento basado en confiabilidad que le permita aumentar y mantener la disponibilidad de las maquinas logrando responder a los compromisos de la demanda del mercado y aportar a la rentabilidad de la compañía al optimizar el gasto por mantenimiento.

Esta monografía muestra el desarrollo del Rcm en sus diferentes etapas comenzando inicialmente con la identificación de las maquinas más críticas a las que se les aplicaría la metodología por ser las de mayor impacto en los objetivos corporativos desde el punto de vista de seguridad, medio ambiente, calidad, costos y producción al presentar una parada a causa de fallas y mal funcionamiento.

El estudio termina con la identificación del tipo y tareas de mantenimiento más apropiadas para preservar el estado funcional de las maquinas.

1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS.

1.1 LOCALIZACION

Actualmente Cerescos Ltda cuenta con dos plantas, Producción y Acondicionamiento, ubicadas ambas en la ciudad de Bogotá, Zona Industrial Puente Aranda y Montevideo respectivamente. Ver Figura 1 y 2.

Figura 1. Ubicación geográfica planta de producción

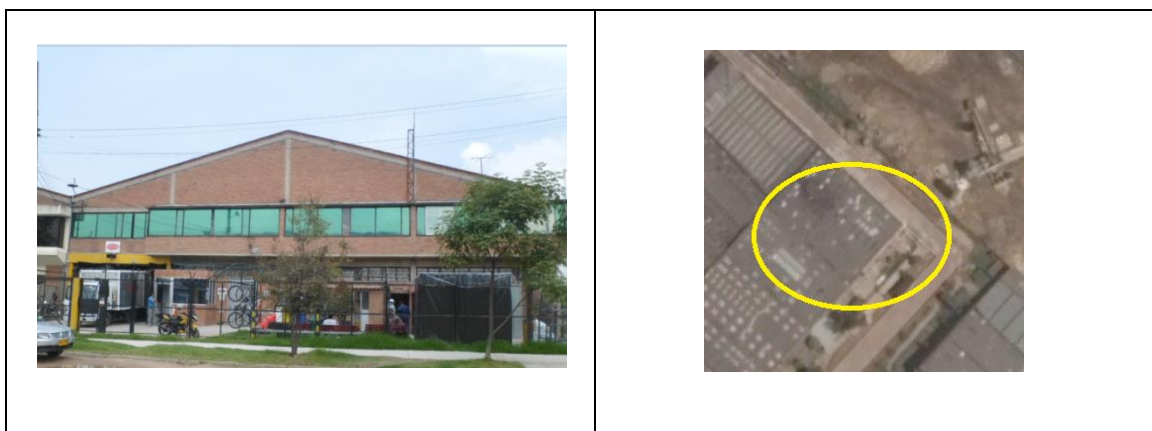


Figura 2 Planta Acondicionamiento y ubicación geográfica



1.2 RESEÑA HISTORICA

Cerescos Ltda, es una compañía colombiana creada en 1983, con más de 30 años de experiencia en la fabricación de productos para el manicure y pedicure los cuales la hacen líder en el mercado nacional, gracias a sus marcas propias Masglo y Admiss. En los últimos años ha ocupado el segundo lugar a nivel

nacional en exportaciones de productos de manicure y pedicure y se proyecta para seguir llevando los productos colombianos al mercado latinoamericano y mundial.

1.3. POLITICAS DE LA EMPRESA

1.3.1 Misión. Somos una empresa innovadora y rentable, integrada por un equipo humano responsable y comprometido, que con el apoyo de los profesionales del manicure, con productos de excelente calidad por el ejercicio de buenas prácticas comerciales y de producción, promueve y facilita el bienestar de nuestros clientes al resaltar la belleza de manos y pies.

1.3.2 Visión. En el año 2016 Cerescos será una organización a la vanguardia en innovación, talento humano con vocación de servicio y un programa de responsabilidad social; líder en el sector de cosméticos enfocados en el cuidado de manos y pies, con sus marcas propias en Colombia y reconocida internacionalmente en los países de habla hispana: soportada en procesos administrativos y de producción con tecnología de punta, certificada en calidad (ISO 9001).

1.3.3 Valores organizacionales.

- Ética normativa del talento humano de la empresa que abarca la moral y la rectitud.
- El compromiso como la disposición de cumplir nuestra misión y hacer realidad nuestra visión empresarial.
- Trabajo en equipo y comunicación asertiva como una estrategia del desarrollo empresarial y una competencia fundamental de cada uno de los integrantes de la empresa.
- Vocación de Servicio es la actitud de vida del equipo humano de Cerescos, que dignifica nuestra propia vida y la de quienes se benefician de nuestros productos y servicios.
- La disciplina entendida como principio del orden y la responsabilidad.
- Respeto a las personas es el valor que nos hace comprender las diferencias e induce a la convivencia armónica en las relaciones interpersonales, lo cual permite reconocer las fortalezas de las personas para generar en conjunto con ellas oportunidades de mejora, logrando un crecimiento tanto personal como organizacional.

1.3.4 Política de convivencia laboral. En Cerescos Sas lo más importante son las personas, por eso tratamos con respeto y consideración a nuestros compañeros, creando buenas relaciones, independientemente de posición, rango o condición procurando justicia y equidad en todo nuestro proceder.

Como Familia Cerescos rechazamos cualquier modalidad de acoso Laboral (Ley 1010 de 2006).

1.4 PROCESOS DE LA EMPRESA.

1.4.1 Mapa de procesos Cerescos sas.

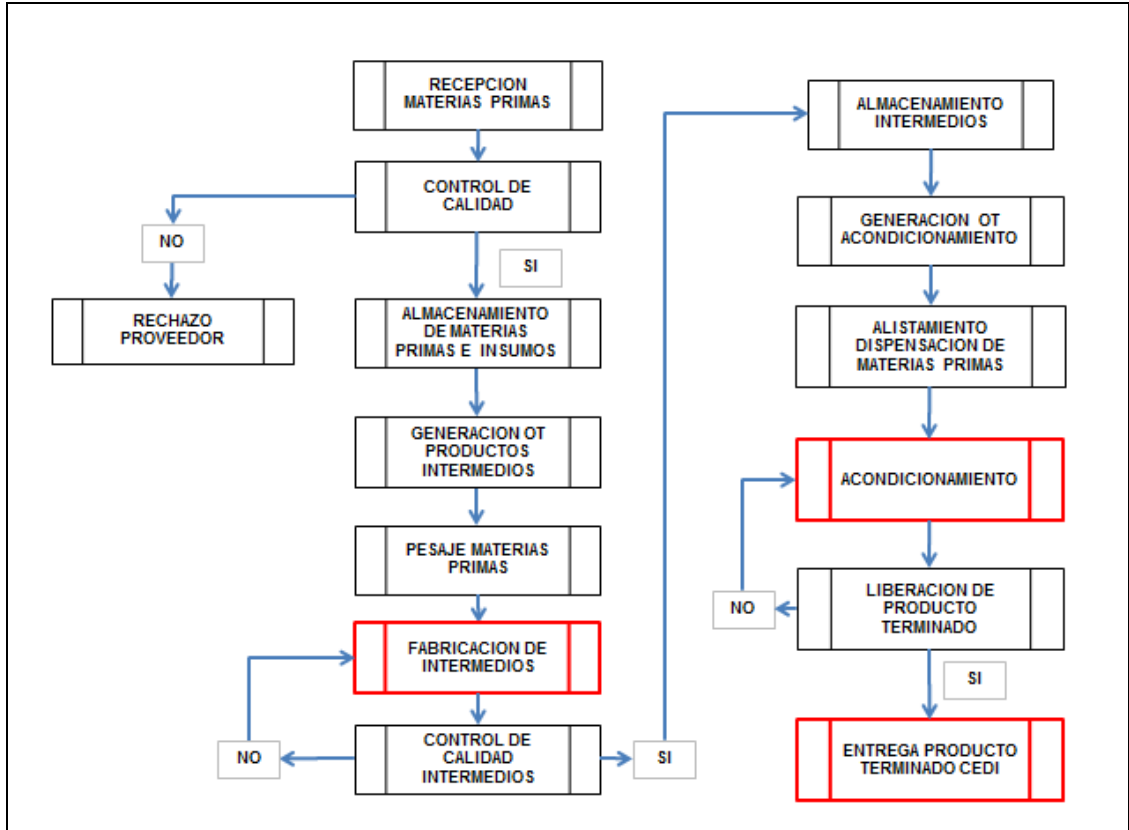
Figura 3. Mapa de Procesos Cerescos Sas.



Fuente: Sistema de Gestión de Calidad Cerescos Sas.

1.4.2 El proceso de producción.

Figura 4. El proceso de Producción.



1.4.3 El proceso de mantenimiento en Cerescos. Cerescos Sas cuenta con un departamento de Mantenimiento encargado de llevar a cabo los mantenimientos preventivos, correctivos, rutinas de inspección y mejoras según la siguiente caracterización y flujo del proceso bajo el Sistema de Gestión de calidad de la compañía

Tabla 1. Caracterización Proceso de Mantenimiento.

PROVEEDORES	ENTRADAS	PHVA	ACTIVIDADES	SALIDAS	CLIENTES
TODOS LOS PROCESOS	*Direccionamiento Estratégico; *Ppto Planeación de la Producción, * Requerimientos de los diferentes procesos, *Disp de máquinas	PLANEAR	*Necesidades de Mantenimiento en General, *Necesidades de Inventarios, *Definición Ppto,	*Programa Mantenimiento *Presupuesto Anual de Mantenimiento	TODOS LOS PROCESOS
MTTO	*Programa Mantenimiento *Presupuesto Anual de Mantenimiento	HACER	*Definición repuestos e Insumos y servicios, *Generación Requisiciones Compras. *Gestiones Generales del Proceso	Requisiciones de Compras	COMPRAS-PROVEEDORES, MTTO
TODOS LOS PROCESOS	Solicitudes Correctivas o de Mejoramiento de procesos, Maquinas, equipos e infraestructura		*Ejecución trabajos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo, * Ejecución Presupuestal	Máquinas, Equipos, y Áreas Físicas en Condiciones óptimas de Operación, Seguridad al Trabajador y Calidad del Productos de operación.	TODOS LOS PROCESOS
COMPRAS - PROVEEDORES	Repuestos, insumos, Proveedores de Servicio			Registros Varios ejecución del *Programa Mantenimiento	MTTO
MTTO	Registros Varios ejecución del *Programa Mantenimiento.	VERIFICAR	Seguimiento y Validación Avance. Generación Indicadores	Informe de Gestión (Indicadores)	MTTO, SGC
COMPRAS PROVEEDORES, MTTO	Requisiciones de Compras			Registros y planillas de Control	
SGC	Hallazgos Auditorias SGC			Seguimiento a las acciones Preventivas y correctivas (SGC) y Mejora Continua(SGC)	Planes de Acción
SGC	AC,AP,AM	ACTUAR	Gestionar acciones Preventivas y Correctivas (SGC) y Mejora Continua(SGC)	Planes de Acción	SGC
	Indicadores de Gestión		Monitorear el cumplimiento de indicadores para la toma de acciones oportunas.		

Fuente: Sistema de Gestión de Calidad Cerescos Sas.

Esta caracterización se soporta bajo los siguientes documentos y formatos completamente codificados y registrados ante el sistema de Gestión de calidad:

Documentos:

- Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo (I-MT-001)
- Manejo y Control Almacén de Repuestos (I-MT-002)

- Fumigaciones y Control de Roedores(I-MT-003)
- Lavado y Desinfección de Tanques de Agua Potable (I-MT-004)
- Mantenimiento, Verificación y calibración de equipos de medición(I-MT-005)

Registros:

- Bitácora de Mantenimiento FI-MT-0001
- Sistema de Avisos de Mantenimiento (Correctivo-Ingenieria) FI-MT-0002
- Tarjetas de Estado de Mantenimiento FI-MT-0003
- Ordenes de trabajo Mantenimiento Preventivo FI-MT-0004
- Planilla de Control Planificado FI-MT-0005
- Rutinas de Inspección. FI-MT-0006
- Lecciones de un Punto FI-MT-0008
- Entrada de Repuestos y/o Insumos Almacén Mantenimiento FI-MT-0011
- Salida de Repuestos y/o Insumos Almacén Mantenimiento FI-MT-0012
- Préstamo de Repuestos Almacén Mantenimiento FI-MT-13
- Informe Mensual Revisión de Inventario Físico FI-MT-14

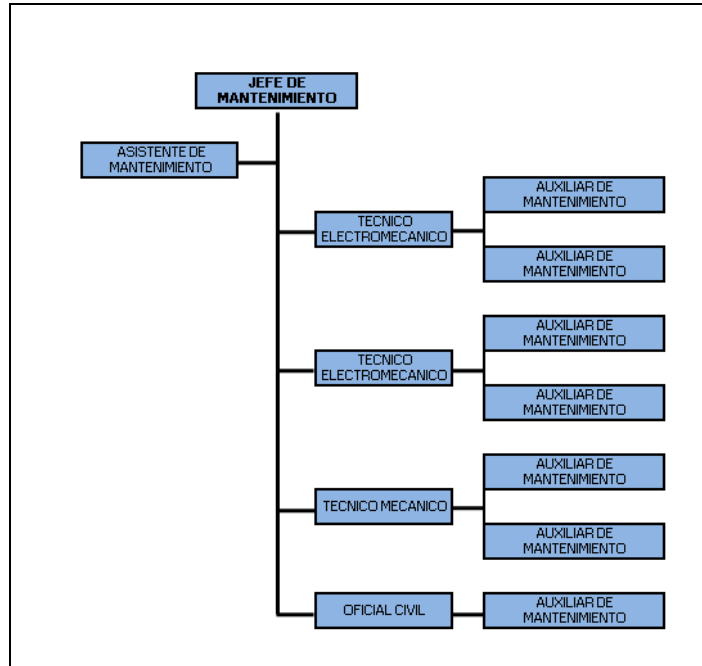
1.4.3.1 Misión de mantenimiento. El proceso de mantenimiento brinda soluciones eficientes, ágiles y oportunas a cada uno de los requerimientos que se presentan tanto en los maquinaria, infraestructura física como en los diferentes procesos de la compañía, con el apoyo de personal calificado, comprometido y responsable, utilizando siempre las herramienta adecuadas y generando análisis de las acciones realizadas.

Mantenimiento siempre busca la conformidad y satisfacción del cliente, enfocado en la mejora continua, actuando y cumpliendo bajo los requisitos de la normatividad legal del Invima y del sistema integral de gestión de la compañía.

1.4.3.2 Visión de mantenimiento. El proceso de mantenimiento será reconocido como un área líder dentro de la compañía, con excelente servicio al cliente, soluciones innovadores, eficientes y oportunas, con personal con sentido de pertenencia y comprometido con el área,

1.4.3.3 Organigrama de mantenimiento. Para lograr toda la gestión desde el punto de vista de proceso descrita en la Tabla 1, mantenimiento cuenta con recurso humano estructurado jerárquicamente en cuatro niveles como se muestra en el siguiente organigrama.

Figura 5. Organigrama Mantenimiento



1.4.3.4 Talleres de mantenimiento. Mantenimiento cuenta con dos talleres, uno destinado para reparaciones y pruebas ya sean mecánicas o eléctricas y otro taller donde se llevan a cabo trabajos de metalmecánica, pintura y ornamentación.

Los talleres se encuentran ubicados estratégicamente permitiendo aislar el riesgo que este podría generar a la compañía por ser esta una empresa del sector químico y a su vez permitiendo al personal acceder a las diferentes áreas de la compañía con distancias equidistantes. Ambos talleres están dotados de bancos de trabajo y más de doscientas treinta y uno clases de herramienta, necesaria para dar respuesta a los diferentes trabajos.

Figura 6. Talleres de mantenimiento Cerescos Sas



1.4.3.5 Almacén de mantenimiento. El almacén de mantenimiento, cuenta con un inventario de 242 referencias de repuestos, evaluados en \$172.000.000 y un inventario de insumos constituido por 140 referencias evaluadas en \$15.000.000. Ambos inventarios son controlados por máximos y mínimos a través de la Erp SAP.

Figura 7. Almacén de Mantenimiento



1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la planta de Producción se lleva a cabo todos los procesos de fabricación de los esmaltes con una capacidad promedio mensual de 40 toneladas y en la Planta de Acondicionamiento donde se llevan a cabo los Procesos Automáticos y Manuales para el envasado y acondicionamiento de los esmaltes con una capacidad mensual de 1.800.000 unidades.

Cerescos Sas actualmente se enfrenta a un mercado muy competitivo y en aras de cumplir con las metas en ventas y en rentabilidad ha venido implementando varias estrategias en sus diferentes procesos incluyendo los productivos renovándolos tecnológicamente en ambas plantas con la adquisición de maquinaria de última tecnología con el fin de entregar productos de manera oportuna, a precios muy competitivos y de excelente calidad, razón por la cual es importante reducir tiempos de paradas y los reproceso del producto por falla de máquina así como también bajar y optimizar los costos de mantenimiento garantizando la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de las máquinas.

1.6 OBJETIVO GENERAL.

Aplicar los conceptos de RCM para establecer el plan de mantenimiento preventivo a los equipos críticos Nivel A de los procesos productivos de Cerescos Sas.

1.7 OBJETIVO ESPECIFICOS.

- Identificar los equipos críticos Nivel A del Proceso de Fabricación y acondicionamiento de esmaltes a los cuales se le va a aplicar la metodología RCM.
- Definir sus funciones y estándares de funcionamiento a cada uno de los sistemas y subsistemas que conforman los equipos a aplicar la metodología.
- Realizar un análisis de modos y efectos de fallas funcionales a cada uno de los sistemas y subsistemas de los equipos a aplicar la metodología.
- Aplicar la hoja de decisión de la metodología RCM para identificar qué tipo de tarea se debe asignar para preservar cada una de las funciones de los de los sistemas y subsistemas de los equipos.
- Establecer las instrucciones y frecuencias de mantenimiento preventivo a los sistemas y subsistemas de los equipos.

1.8 JUSTIFICACION.

El 80% de la producción y el acondicionamiento se realiza a través de las maquinarias que actualmente se consideran críticas en la compañía razón por la cual en caso de fallas se impacta drásticamente la productividad y el cumplimiento de los compromisos comerciales, de manera que es importante garantizar la disponibilidad de las maquinas se encuentre por encima del 97%.

Por otro lado, Cerescos para ser más competitivo en el mercado debe poder bajar el costo de producción del producto manteniendo el alto estándar de calidad pero incrementando sus márgenes de rentabilidad para lo cual con el modelo propuesto se espera optimizar el programa de mantenimiento reduciendo los costos en un 10% y reduciendo los reproceso a causa de mal funcionamiento de la máquinas.

Dada las altas inversiones realizadas para la adquisición de máquinas de alta tecnología, para Cerescos es muy importante garantizar mayor vida útil de sus activos.

2. MARCO TEORICO.

El mantenimiento basado en confiabilidad RCM es una herramienta que ha venido siendo utilizada en los últimos años y ha demostrado puede ser implementada en los diferentes sectores de la industria como lo son el energético, hidrocarburos, autopartista, alimenticio, farmacéutico, cosmético y manufacturero en general logrando grandes beneficios económicos a consecuencia del incremento de productividad de las máquinas, optimización de los costos y programas de mantenimiento y otros beneficios adicionales y diferentes a los que se plantearon con la implementación de RCM.

Hoy por hoy entre estos beneficios esta la creación de una cultura de planta que integra los niveles jerárquicos como Gerentes, Directores, Jefes, Supervisores, Técnicos y Operarios de los diferentes procesos como lo son Producción, Mantenimiento, Calidad, Seguridad Industrial, Medio ambiente y Sistema Gestión de Calidad, todos encaminados a aportar y mejorar la seguridad y protección del entorno, mejorar rendimientos operativos, Tener mayor control de los costos de mantenimiento, incrementar vida útil de las máquinas, obtener una amplia base de datos de mantenimiento, Mayor motivación de la personas y mejor trabajo de grupo interdisciplinario.

Moreno¹ inicia la aplicación de la metodología definiendo las Maquinas críticas de la empresa Agroindustrial Molino Sonora A.P SA; lo anterior con el fin de centrar su atención en la maquinas a los cuales les aplicaría la metodología de mantenimiento basado en confiabilidad y así poder replantear los procedimientos de mantenimiento actuales obteniendo una mejor respuesta ante una falla imprevista.

Adicionalmente con la metodología aumento las ventajas del mantenimiento preventivo permitiéndole analizar el comportamiento de los equipos durante su operación, logro organizar mejor el área de mantenimiento y el establecimiento de indicadores de gestión más adecuados.

Con base a todo lo mencionado anteriormente y con el propósito de satisfacer técnica y eficientemente los objetivos que me he trazado, planteare mi estudio apoyado en el RCM y así preparar la estrategia del mantenimiento definiendo a qué equipos le aplicare la técnica de mantenimiento preventivo.

¹ MORENO ROMERO, Juan Gabriel, Metodología para la implementación de un modelo de mantenimiento basado en RCM para los equipos críticos en la empresa Agroindustrial Molino Sonora A.P. S, UIS, Trabajo de grado, 2009.

2.1 MARCO CONCEPTUAL.

Dentro de la aplicación y desarrollo del proyecto hare uso de las siguientes definiciones y conceptos:

2.1.1 Historia del mantenimiento.² Desde 1930, Como todo proceso en evolución, el dominio del mantenimiento ha seguido una serie de etapas cronológicas que se han caracterizado por una metodología específica, las cuales se puede trazar a través de tres generaciones.

2.1.1.1 La primera generación. La primera Generación cubre el período hasta la II Guerra Mundial. Es esos días la industria no estaba muy mecanizada, por lo que los períodos de paradas ni importaban mucho. La maquinaria era sencilla y en la mayoría de los casos diseñada para un propósito determinado. Esto hacía que fuera confiable y fácil de reparar. Como resultado, no se necesitaban sistemas de mantenimiento Complicados, y la necesidad de personal calificado era menor que ahora.

2.1.1.2 La segunda generación. Durante la Segunda Guerra Mundial las cosas cambiaron drásticamente. Los tiempos de la Guerra aumentaron la necesidad de productos de toda clase mientras que la mano de obra industrial bajó de forma considerable. Esto llevó a la necesidad de un aumento de mecanización. Hacia el año 1950 se habían construido equipos de todo tipo y cada vez más complejos. Las empresas habían comenzado a depender de ellos.

Al aumentar esta dependencia, el tiempo improductivo de una máquina se hizo más evidente. Esto llevó a la idea de que las fallas se podían y debían de prevenir, lo que dio como resultado el nacimiento del concepto del mantenimiento programado.

El costo del mantenimiento también se elevó mucho en relación con los otros costos de funcionamiento. Como resultado comenzaron a implantarse sistemas de control y planeación del mantenimiento. Ayudando a poner el mantenimiento bajo control, y se han establecido ahora como parte de la práctica del mismo.

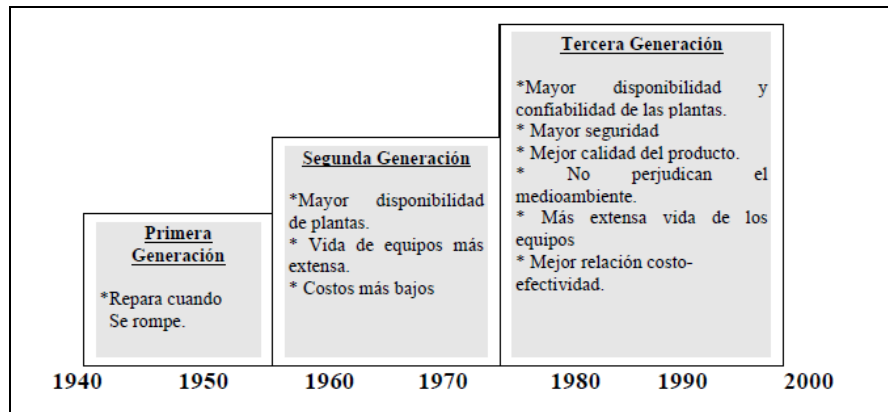
2.1.1.3 La tercera generación. Desde mediados de los años setenta, el proceso de cambio en las empresas ha tomado incluso velocidades más altas. Los cambios pueden clasificarse así:

² MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM II Ed Español. Asheville: Aladon LLC, 2004. P6

- **Nuevas expectativas:**

La Figura 8 muestra como ha venido evolucionando las expectativas del mantenimiento.

Figura 8. Evoluciones expectativas del Mantenimiento



Fuente: MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Industrial Press Inc, 2002. P7.

El crecimiento continuo de la mecanización significa que los períodos improductivos tienen un efecto más importante en la producción, costo total y servicio al cliente. Esto es visto claramente con el movimiento mundial hacia los sistemas de producción justo a tiempo, en el que los reducidos niveles de inventario en curso hacen que pequeñas averías puedan causar el paro de toda la operación y creando grandes demandas en la función del mantenimiento.

Una automatización más extensa significa que hay una relación más estrecha entre la condición de la maquinaria y la calidad del producto. Simultáneamente, elevándose los estándares de calidad.

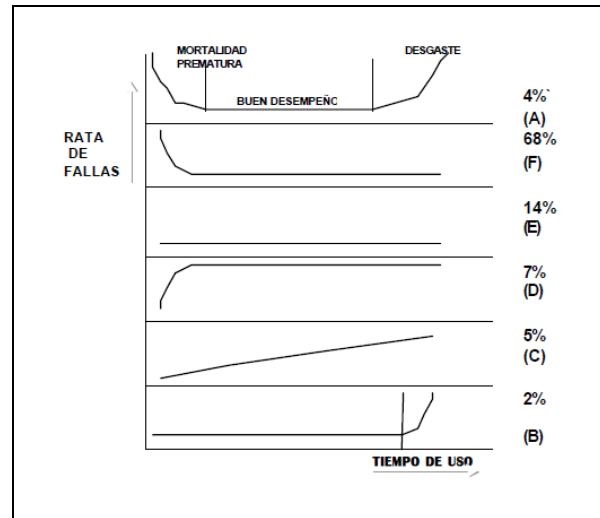
- **Nueva Investigación:**

Mucho más allá de las mejores expectativas, la nueva Investigación está cambiando las creencias más básicas acerca del mantenimiento. En particular, se hace aparente ahora que hay una menor conexión entre el tiempo que lleva un equipo funcionando y sus posibilidades de falla.

La Figura 9. Muestra cómo el punto de vista acerca de las fallas en un principio era simplemente que cuando los elementos físicos envejecen tienen más posibilidades de fallar, mientras que un conocimiento creciente acerca del desgaste por el uso durante la Segunda Generación llevó a la creencia general en

la “curva de la bañera”. Revelándose que en la práctica actual no sólo la ocurrencia de un modelo de falla sino seis diferentes.

Figura 9. Patrones de Falla



Fuente: MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Industrial Press Inc, 2002. P9.

Ahora, los equipos en general son mucho más complicados de lo que eran hace algunos años. Esto ha llevado a cambios en los modelos de las fallas de los equipos, mostrado en la figura 9. Puede observarse en el gráfico la probabilidad condicional de falla contra la vida útil para una gran variedad de elementos eléctricos y mecánicos.

El modelo A, es la conocida “curva de la bañera”. Comienza con una incidencia de falla alta (conocida como mortalidad infantil o desgaste de funcionamiento) seguida por una frecuencia de falla que aumenta gradualmente o que es constante, y luego por una zona de desgaste.

El modelo B, muestra una probabilidad de falla constante o ligeramente ascendente, y termina en una zona de desgaste.

El modelo C, muestra una probabilidad de falla ligeramente ascendente, pero no hay una edad de desgaste definida que sea identificable.

El modelo D, muestra una probabilidad de falla bajo cuando el componente es nuevo o se acaba de comprar, luego un aumento rápido a un nivel constante.

El modelo E, muestra una probabilidad constante de falla en todas las edades (falla aleatoria).

El modelo F, comienza con una mortalidad infantil muy alta, que desciende finalmente a una probabilidad de falla que aumenta muy despacio o que es constante.

Como ejemplo, los estudios hechos en la aviación civil mostraron que el 4% de las piezas está de acuerdo con el modelo A, el 2% con el B, el 5% con el C, el 7% con el D, el 14% con el E y no menos del 68% con el modelo F.

En general, los modelos de las fallas dependen de la complejidad de los elementos. Cuanto más complejos sean, es más fácil que estén de acuerdo con los modelos E y F.

Pero no hay duda de que cuanto más complicados sean los equipos más veces encontraremos los modelos de falla (E y F).

Estos hallazgos contradicen la creencia de que siempre hay una conexión entre la confiabilidad y la edad operacional. Fue esta creencia la que llevó a la idea de que cuanto más a menudo se revisaba una pieza, menor era la probabilidad de falla.

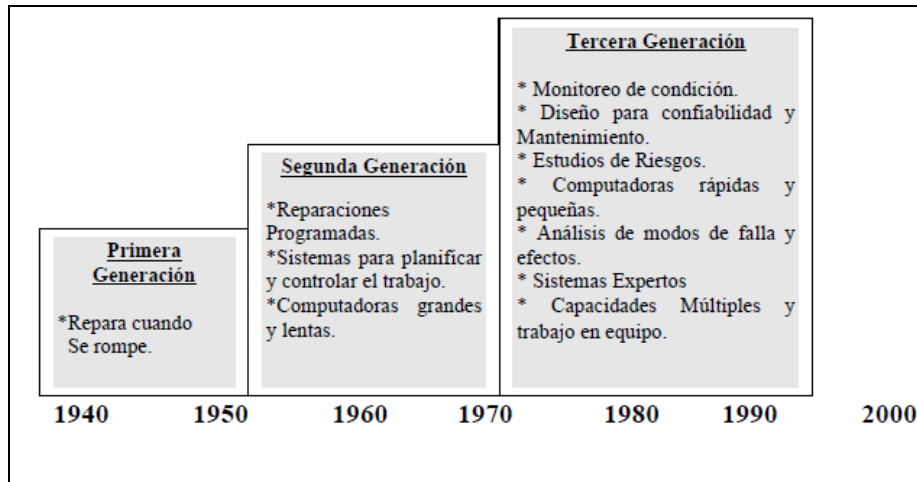
Hoy en día, esto es raramente la verdad. A no ser que haya un modo de falla dominante, los límites de edad no hacen nada o muy poco para mejorar la confiabilidad de un equipo complejo. De hecho las revisiones programadas pueden aumentar las frecuencias de las fallas en general, por medio de la introducción de la mortalidad infantil dentro de sistemas que de otra forma serían estables.

- **Nuevas Técnicas.**

Hubo un crecimiento explosivo en los nuevos conceptos y técnicas de mantenimiento. Se desarrollaron cientos de ellos en los últimos 20 años y cada semana emergen nuevos.

La Figura 10. Muestra como el clásico énfasis en las reparaciones y el sistema administrativo creció, hasta incluir muchos nuevos proyectos en los diferentes campos.

Figura 10. Técnicas cambiantes de Mantenimiento



Fuente: MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Industrial Press Inc, 2002. P9

Los nuevos proyectos incluyen:

Herramientas de toma de dediciones. Como ser los estudios de riesgos, tipos de fallas y análisis de los efectos y sistemas especializados.

Nuevas técnicas de mantenimiento, como ser monitoreo del estado.

El diseño de equipos poniendo gran énfasis en la confiabilidad y mantenibilidad.

Un cambio mayor e el pensamiento organizacional, a través de la participación, trabajo en equipo y flexibilidad.

Como se menciona anteriormente el mayor desafío que enfrenta el personal de mantenimiento hoy en día, no es solo interiorizarse en estas técnicas, sino decidir cuáles son útiles y valederas y cuáles no, para sus respectivas organizaciones.

Si tomamos las decisiones correctas, es posible mejorar el funcionamiento de los equipos y al mismo tiempo, mantener y hasta reducir los costos de mantenimiento. Si tomamos las decisiones incorrectas, surgirán nuevos problemas y los ya existen solo empeoraran.

2.1.2 Análisis de criticidad ca.³ No todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial. Es un hecho que unos equipos son más importantes que otros. Debido a las limitantes de recursos para mantener una planta, se deben destinar la mayor parte de estos recursos a los equipos más importantes, dejando menos prioridad a los equipos de menos influencia en los resultados del proceso.

Para aplicar RCM en una empresa, en primera instancia es necesario decidir cuáles son los equipos críticos, a partir de un análisis de criticidad (CA).

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente.

La manera de diferenciar estos equipos de los demás se hace mediante un análisis de criticidad de los equipos, en donde se pueden clasificar los equipos en niveles de importancia, de acuerdo a la valoración que se determine en los criterios establecidos: Impacto en la producción, impacto en los costos de mantenimiento, impacto en la calidad, la seguridad y el medio ambiente.

Para el caso de Cerescos Sas, al evaluar la criticidad por el método establecido se obtienen tres niveles de importancia:

- **Nivel Criticidad Alta (NA):** Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente al proceso. Generan alto impacto en los criterios establecidos. Su cálculo son el resultado de obtener el promedio, más $2/3$ de la desviación estándar de los resultados finales: **NA = Promedio + $2/3\sigma$.**
- **Nivel Criticidad Media (NM):** Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta al proceso pero su impacto en los criterios anteriormente mencionados son recuperables en un corto plazo. Su cálculo es el valor intermedio entre la alta criticidad y la baja criticidad y esta evaluada de esta forma: **Promedio - $2/3\sigma$ <= NM <= Promedio + $2/3\sigma$.**

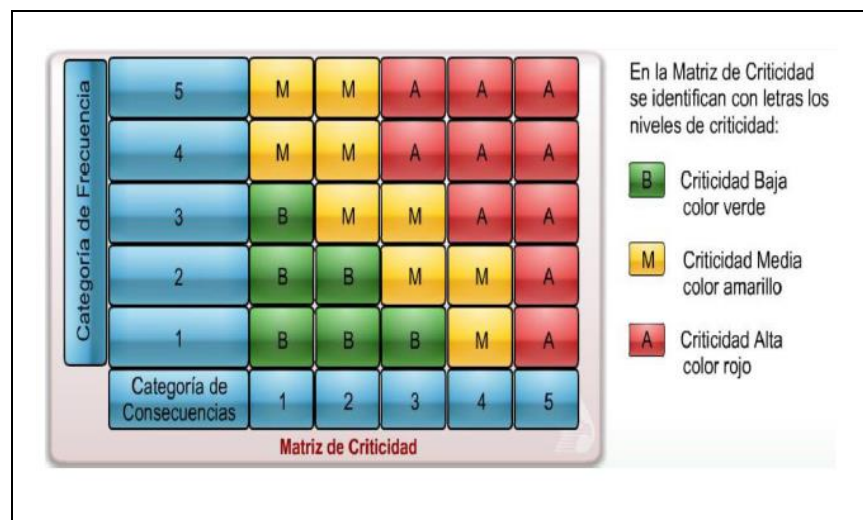
³ HUERTAS, Rosendo. El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. Venezuela. [En Línea] Disponible en : http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gesti%C3%B3n%20mantenimiento_archivos/de%20confiabilidad/ANALISIS%20DE%20CRITICIDAD.pdf

- **Nivel Criticidad Baja (NB):** Son aquellos equipos cuya incidencia no es significativa en los resultados del proceso, es decir, tienen poca influencia e impacto en los criterios usados para definir su criticidad. Su valor es obtenido al restarle el promedio, $2/3$ de la desviación estándar y esta evaluada de la siguiente manera. **NB = promedio - $2/3\sigma$.**

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla. En un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla.

La matriz tiene un código de colores que permite identificar la menor o mayor intensidad de riesgo relacionado con el Valor de Criticidad de la Maquina como se puede ver en la Figura 11.

Figura 11. Matriz de criticidad.



Fuente: ROMERO, Jose. Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmotadora de algodón. [En Línea]. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5311/fichero/PORTADA.pdf>

2.1.3 Mantenimiento basado en confiabilidad rcm.⁴ RCM se llama Mantenimiento centrado en la Confiabilidad porque reconoce que el mantenimiento no puede hacer más que asegurar que los elementos físicos continúan consiguiendo su capacidad incorporada confiabilidad inherente.

La función determinada de cualquier equipo puede definirse de muchas formas dependiendo exactamente de dónde y cómo se esté usando (el contexto operacional).

Como resultado de esto, cualquier intento de formular o revisar las políticas de mantenimiento deberían comenzar con las funciones y los estándares de funcionamiento asociados a cada elemento en su contexto operacional presente.

Esto lleva a la siguiente definición formal de RCM: **Reliability Centered Maintenance**: Es un proceso que se usa para determinar los requerimientos del mantenimiento de los elementos físicos en su contexto operacional.

Una definición más amplia de RCM podría ser “un proceso que se usa para determinar lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico continúa desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional presente”.

2.1.3.1 El Rcm: siete preguntas básicas.⁵ El RCM se centra en la relación entre la organización y los elementos físicos que la componen. Antes de que se pueda explorar esta relación detalladamente, se necesita saber qué tipo de elementos físicos existentes en la empresa, y decidir cuáles son las que deben estar sujetas al proceso de revisión del RCM. En la Mayoría de los casos, esto significa que se debe de realizar un registro de equipos completo si no existe ya uno.

RCM hace una serie de preguntas a cada uno de los elementos, como sigue:

- Cuáles son las funciones?
- De qué forma puede fallar?
- Qué causa que falle?
- Qué sucede cuando falla?
- Qué ocurre si falla?
- Qué se puede hacer para prevenir los fallas?
- Que sucede si no puede prevenirse el falla?

⁴ Soporte & Cia Ltda. Mantenimiento Centrado en confiabilidad RCM Por John Moubray, traducido y adaptado por Carlos Mario Pérez J. [En Línea] Disponible en: [Http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos_rcm_archivos/RCM2%20EXPLICACION.pdf](http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos_rcm_archivos/RCM2%20EXPLICACION.pdf).

⁵ Ibid P9

2.1.3.2 Funciones y sus estándares de funcionamiento.⁶ Cada elemento de los equipos debe de haberse adquirido para unos propósitos determinados. En otras palabras, deberá tener una función o funciones específicas. La pérdida total o parcial de estas funciones afecta a la organización en cierta manera. La influencia total sobre la organización depende de:

- La función de los equipos en su contexto operacional.
- El comportamiento funcional de los equipos en ese contexto.

Como resultado de esto el proceso de RCM comienza definiendo las funciones primarias, secundarias y los estándares de comportamiento funcional asociados a cada elemento de los equipos en su contexto operacional.

Cuando se establece el funcionamiento deseado de cada elemento, el RCM pone un gran énfasis en la necesidad de cuantificar los estándares de funcionamiento siempre que sea posible. Estos estándares se extienden a la producción, calidad del producto, servicio al cliente, problemas del medio ambiente, costo operacional y riesgos para la seguridad.

2.1.3.3 Fallas funcionales.⁷ Una vez que las funciones y los estándares de funcionamiento de cada equipo se hayan definido, el paso siguiente es identificar cómo puede fallar cada elemento en la realización de sus funciones. Esto lleva al concepto de una falla funcional, que se define como la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado.

2.1.3.4 Modos de falla (causas de fallas).⁸ El paso siguiente es tratar de identificar los modos de falla que tienen más posibilidad de causar la pérdida de una función. Esto permite comprender exactamente qué es lo que puede que se esté tratando de prevenir.

Cuando se está realizando este paso, es importante identificar cuál es la causa origen de cada falla. Esto asegura que no se malgaste el tiempo y el esfuerzo tratando los síntomas en lugar de las causas. Al mismo tiempo, cada modo de falla debe ser considerado en el nivel más apropiado, para asegurar que no se malgasta demasiado tiempo en el análisis de falla en sí mismo.

⁶ MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM II Ed Español. Asheville: Aladon LLC, 2004. P22

⁷ Ibid P48

⁸ Ibid P56

2.1.3.5 Efectos de fallas.⁹ Cuando se identifica cada modo de falla, los efectos de las fallas también deben registrarse (en otras palabras, lo que pasaría si ocurriera). Este paso permite decidir la importancia de cada falla, y por lo tanto qué nivel de mantenimiento (si lo hubiera) sería necesario.

El proceso de contestar sólo a las cuatro primeras preguntas produce oportunidades sorprendentes y a menudo muy importantes de mejorar el funcionamiento y la seguridad, y también de eliminar errores. También mejora enormemente los niveles generales de comprensión acerca del funcionamiento de los equipos.

2.1.3.6 Consecuencias de fallas.¹⁰ Una vez que se hayan determinado las funciones, las fallas funcionales, los modos de falla y los efectos de los mismos en cada elemento significativo, el próximo paso en el proceso del RCM es preguntar cómo y (cuánto) importa cada falla. La razón de esto es porque las consecuencias de cada falla dicen si se necesita tratar de prevenirlos. Si la respuesta es positiva, también sugieren con qué esfuerzo debemos tratar de encontrar las fallas.

RCM clasifica las consecuencias de las fallas en cuatro grupos:

- Consecuencias de las fallas no evidentes.
- Consecuencias en la seguridad y el medio ambiente.
- Consecuencias Operacionales.
- Consecuencias que no son operacionales.

2.1.3.7 Tareas de mantenimiento¹¹. RCM reconoce cada una de las tres categorías más importantes de tareas Preventivas, como siguen:

- **Tareas “A Condición”:**

Las nuevas técnicas se usan para determinar cuando ocurren las fallas potenciales de forma que se pueda hacer algo antes de que se conviertan en verdaderas fallas funcionales. Estas técnicas se conocen como tareas a condición, porque los elementos se dejan funcionando a condición de que continúen satisfaciendo los estándares de funcionamiento deseado.

- **Tareas de Reacondicionamiento Cíclico y de Sustitución Cíclica:**

Los equipos son revisados o sus componentes reparados a frecuencias determinadas, independientemente de su estado en ese momento.

⁹ Ibid P76

¹⁰ Ibid P94

¹¹ Ibid P133

Una gran ventaja del RCM es el modo en que provee criterios simples, precisos y fáciles de comprender para decidir (si hiciera falta) qué tarea sistemática es técnicamente posible en cualquier contexto, y si fuera así para decidir la frecuencia en que se hace y quien debe de hacerlo. Estos criterios forman la mayor parte de los programas de entrenamiento del RCM.

El RCM también ordena las tareas en un orden descendiente de prioridad. Si las tareas no son técnicamente factibles, entonces se debe tomar una acción apropiada, como se describe a continuación.

2.1.3.8 Acciones a “falta de”.¹² Además de preguntar si las tareas sistemáticas son técnicamente factibles, el RCM se pregunta si vale la pena hacerlas. La respuesta depende de cómo reaccione a las consecuencias de las fallas que pretende prevenir.

2.1.3.9 El diagrama de decisión del rcm¹³. El diagrama de decisión es la herramienta que permite seleccionar de forma óptima las actividades de mantenimiento según la filosofía del RCM. A partir del árbol lógico de decisión se obtiene respuestas a las preguntas, Que puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?, que debe hacerse si no se encuentra una tarea una tare proactiva adecuada?. Las respuestas a las preguntas del diagrama de decisión se consignan en la hoja de decisión.

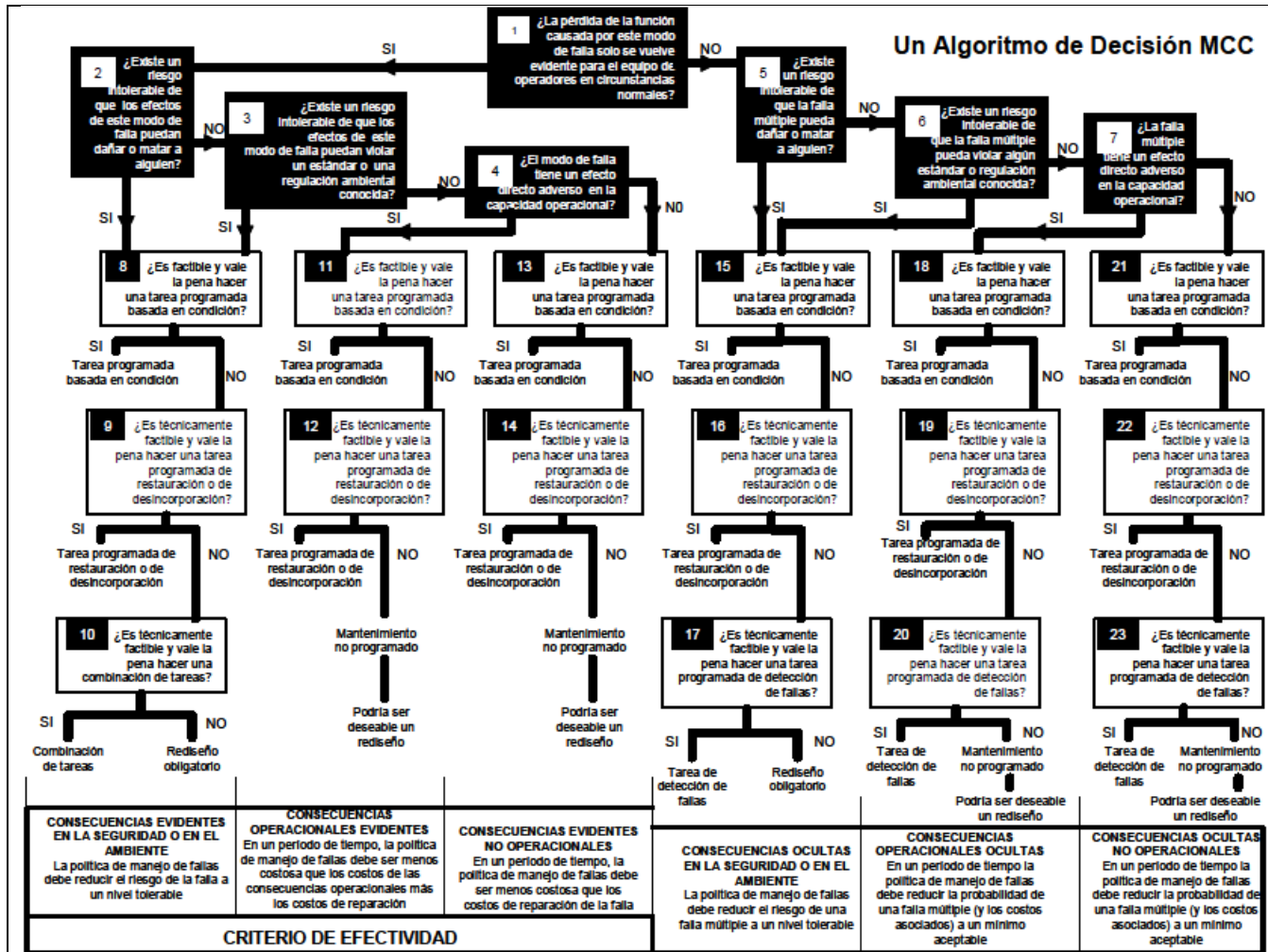
2.1.3.10 La hoja de decisión. En la hoja de decisión se registra:

- Que mantenimiento de rutina (si lo hay) será realizado, con qué frecuencia será realizado y quien lo hará.
- Que fallas son lo suficientemente serias como para justificar el rediseño.
- Casos en los que se toma una decisión deliberada de dejar que ocurran las fallas.

¹² IbidP174

¹³ DIAZ ALONSO, Leonardo Rafael, RUBIO MANGA, Manuel Guillermo, Plan de Mantenimiento centrado en la confiabilidad(RCM) de la empaquetadora automática Wrap de la empresa Alfacer del Caribe S.a, UIS, Trabajo de grado, 2013. P

Figura 12. Hoja de decisión.



Fuente: SAE JA1012, 2002.P53

2.1.4 Mantenimiento preventivo pm.¹⁴ Es el mantenimiento que se le realiza a los equipos de una planta en forma planificada y programada, con base en inspecciones periódicas y debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminada a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de los equipos.

2.1.5 Mantenimiento correctivo. Es el conjunto de actividades desarrolladas de tipo eléctrico, mecánico, instrumentación y locativas en los equipos, maquinas e infraestructura física, cuando se presenta una falla, para recuperar su función principal. Las fallas que generan parada de la operación generalmente se debe atender inmediatamente y las fallas o daños que se presenten que no afecten la operación se programan para ser solucionadas.

2.1.6 Beneficios que logra el rcm.¹⁵ El análisis del Rcm, además de presentar como resultado la creación del plan de mantenimiento dentro de un contexto operativo, también nos presenta los siguientes beneficios:

- **Mayor seguridad e integridad medioambiental:** el RCM considera las implicaciones medioambientales y de seguridad de cada falla; Esto significa que se siguen determinados pasos para minimizar los riesgos y así lograr mejor actitud respecto a este punto.
- **Desempeño operativo optimizado:** (rendimientos, calidad y servicio al cliente): RCM reconoce que todo tipo de mantenimiento es valedero, y proporciona reglas para decidir cuál es el más aplicable en cada situación. De este modo, asegura que se escogen los métodos más apropiados de mantenimiento para cada bien en particular, y que se llevan a cabo las acciones necesarias en los casos en los que el mantenimiento no pueda ser de ayuda. Este esfuerzo de mantenimiento que presenta un enfoque más centrado conduce a una mejora productiva de los bienes existentes donde se la requiere.
- **Mejor relación costo-efectividad:** RCM enfoca la atención continuamente en las actividades de mantenimiento que producen en mayor efecto en el desempeño de la planta. De este modo se asegura que lo invertido en mantenimiento, se utilizó de la manera prioritaria. Lo que es más, si RCM se aplica correctamente a los sistemas de mantenimiento existentes, disminuye la cantidad de trabajo de rutina (en otras palabras, las tareas de mantenimiento se llevaran a cabo en una base cíclica) destinando en cada periodo.

¹⁴ BORRAS PINILLA, Carlos. Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2015. P24

¹⁵ MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM II Ed Español. Asheville: Aladon LLC, 2004. P21

- **Mayor vida útil en equipos de costos elevados:** debido al énfasis centrado el uso de técnicas de manutención en condición.
- **Un banco de datos comprensible:** Todo reporte de RCM termina con un registro completo y totalmente documentado de los requisitos de mantenimiento de todos los bienes significativos utilizados por la organización.
- **Mejoras en la motivación individual:** especialmente de las personas involucradas en las revisiones. Esto lleva un entendimiento mucho mas claro del equipo en su contexto operativo, conjuntamente con una mayor propiedad de los problemas de mantenimiento y sus soluciones. También significa que estas soluciones tenderán a una mayor duración.
- **Mejora en el trabajo en equipo:** RCM provee un lenguaje perfectamente entendible para toda persona involucrada con mantenimiento. Esto da a los operadores y personal de mantenimiento un claro entendimiento de que se puede o no realizar para mejorar el desempeño.

2.1.7 Indicadores de mantenimiento. Para una gestión adecuada de mantenimiento es necesario registrar datos y controlar la tendencia de algunos indicadores que nos permitan implementar mejorar continuas adecuadas, aplicar nuevos métodos de mantenimiento y tomar decisiones en el momento oportuno, y así poder guiar nuestra actividad con el objetivo de incrementar la rentabilidad de la empresa al menor costo posible.

Entre los indicadores que se implementaran al proceso de mantenimiento de Cerescos sas tenemos: Disponibilidad, Tiempo medio entre fallas y Tiempo medio para Reparar.

- **MTBF o Tiempo medio entre fallas:** Es literalmente el promedio de tiempo transcurrido entre una falla y la siguiente nos da una idea clara del tiempo promedio que un equipo o grupo de equipos puede funcionar sin detenerse, lo que es lo mismo funcionar sin fallas.

Este indicador nos permite detectar necesidades de actuar con mantenimiento proactivo. De su evaluación podemos detectar necesidades de aplicar mejores prácticas de Mantenimiento.

$$MTBF = \frac{\sum \text{HORAS DE MARCHA MAQUINA EN EL PERIODO}}{\text{NUMERO DE AVERIAS}}$$

- **MTTR o Tiempo medio para reparar:** Es el tiempo promedio que demora la reparación y/o cambio de un elemento de una maquina una vez que presenta una falla. Equivale al tiempo de la parada del equipo y se asocia al termino

denominado “Mantenibilidad, el cual hace referencia a que tan rápido y que tan fácil se le puede hacer mantenimiento y o las reparaciones a una maquina tras una falla (Mantenimiento correctivo).

Analizando este indicador podemos actuar para reducir los tiempos de maquina detenido por mantenimientos correctivos. Indudablemente estas mejoras del MTTR incrementan la disponibilidad de las máquinas.

$$MTTR = \frac{\sum \text{NUMERO DE HORAS DE PARO POR AVERIA EN EL PERIODO}}{\text{NUMERO DE AVERIAS}}$$

- **Disponibilidad:** El indicador de Disponibilidad nos muestra el porcentaje del tiempo en que el equipo está disponible para la producción para el período que estamos analizando, sea un mes, trimestre, semestre o el año completo.

$$DISPONIBILIDAD = \frac{\text{HRS MARCHA MAQUINA} - \text{HRS AVERIAS}}{\text{HRS MARCHA MAQUINA}}$$

La disponibilidad matemáticamente también es igual a:

$$DISPONIBILIDAD = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

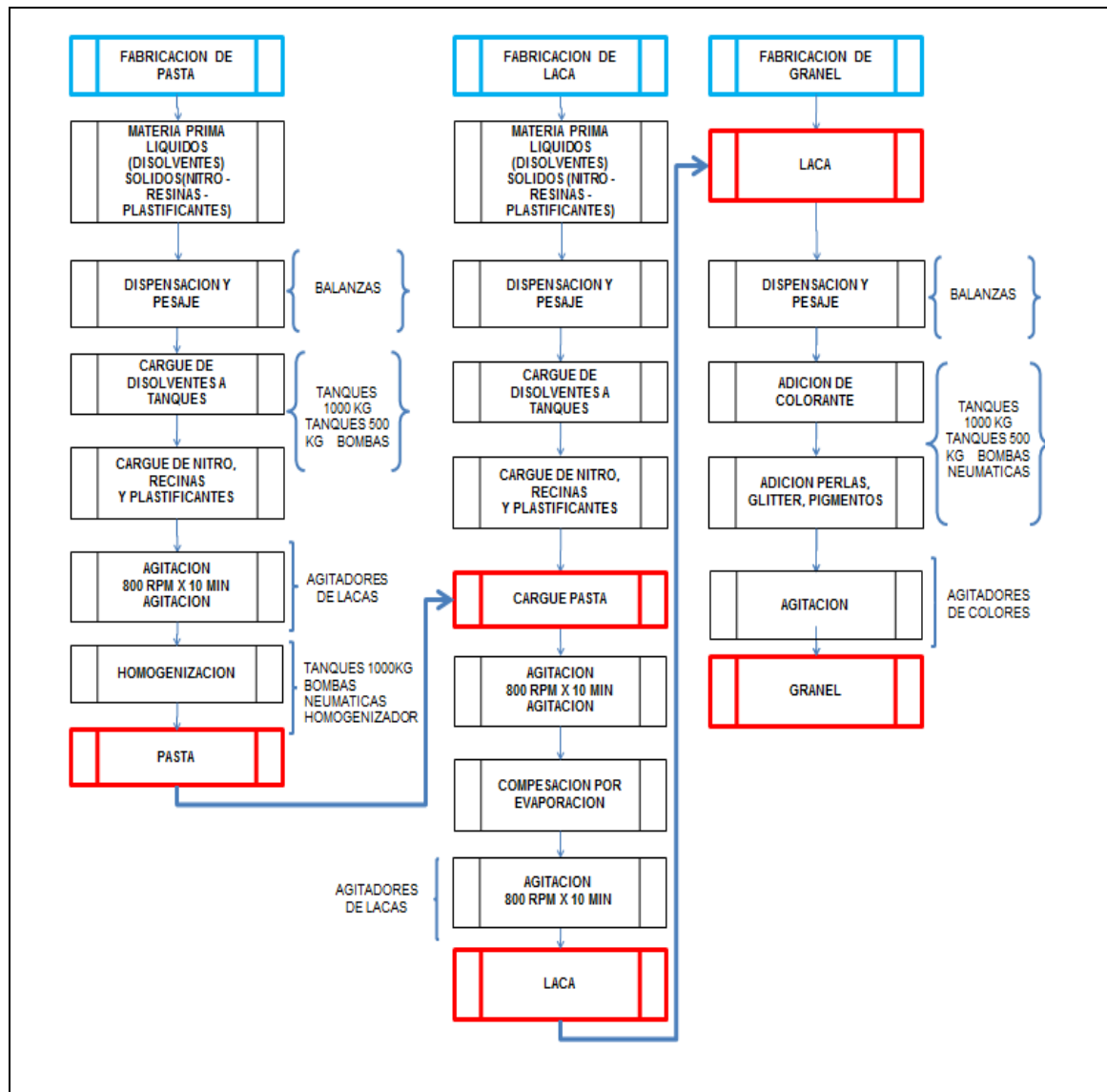
3 OPERACIÓN PROCESO DE PRODUCTIVO.

El proceso productivo para la fabricación de esmaltes se realiza en dos etapas; Fabricación de granel de esmalte para uña y acondicionamiento.

3.1 PROCESO FABRICACION.

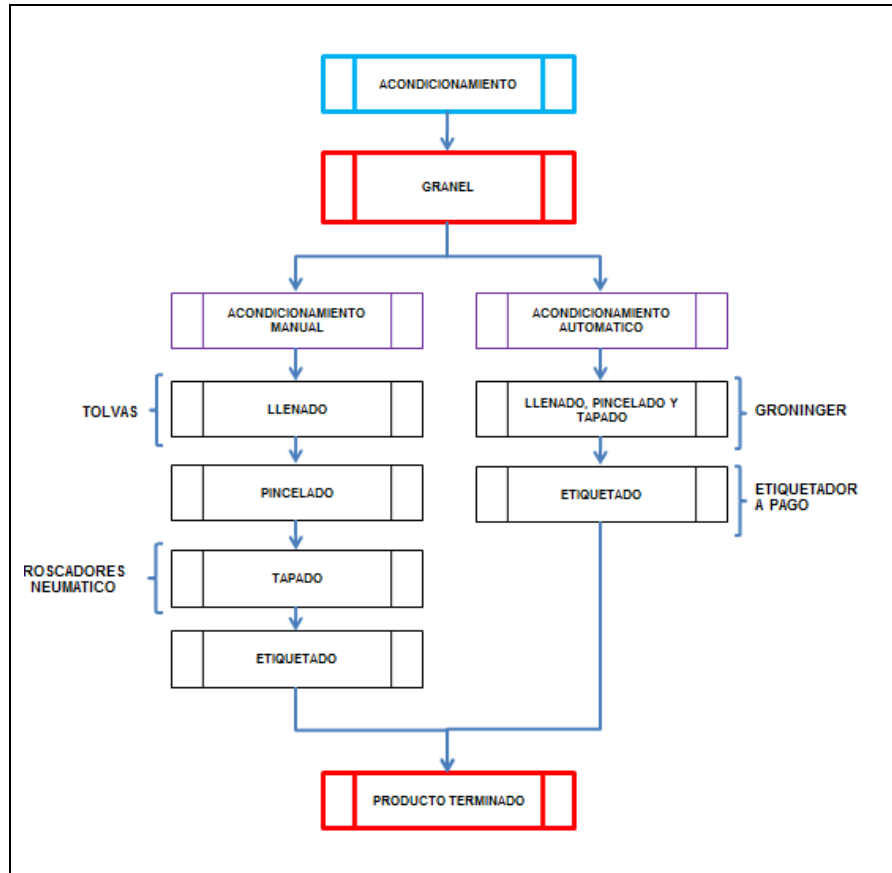
Para la fabricación del granel esmalte para uñas se debe realizar tres procesos como se indica a continuación.

Figura 13. Proceso de fabricación.



3.2 PROCESO ACONDICIONAMIENTO.

Figura 14. Proceso acondicionamiento.



3.3 ESTADO ACTUAL MANTENIMIENTO CERESCOS SAS.

3.3.1 Programa de mantenimiento. Se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo basado en tiempo para las dos etapas que contempla el proceso de Producción, Fabricación y Acondicionamiento; Este programa tiene un cronograma según formato numero F-MT-007, el cual denomina como unidades de mantenimiento a todas las maquinas, equipos y dispositivos relacionados con el proceso de producción. **Anexo A.**

Las frecuencias de mantenimiento se establecieron en función de lo que se consideraba importante o crítico y las órdenes de trabajo con sus respectivas instrucciones fueron basadas en la experiencia del personal de mantenimiento, manuales y sugerencias de los fabricantes.

3.3.2 Gastos mantenimiento. El gasto directo anual de mantenimiento fue \$447.853.181 distribuidos en todos los centros de costo de la compañía y agrupados en tres grandes cuentas contables como se indica en la Tabla 2,

Tabla 2. Gastos Mantenimiento anuales directos por cuentas contables.

NOMBRE CUENTA	CUENTA	% PARTICIPACION	GASTO \$
ADMINISTRACION	5195951005	6,86%	\$ 30.731.496,70
PRODUCCION	7395950515	69,92%	\$ 313.131.882,31
COMERCIAL Y LOGISTICA	5295951005	23,22%	\$ 103.989.802,86
TOTAL			\$ 447.853.181,864

En la Tabla 2, se puede observar que el gasto anual directo por mantenimiento asignado a producción corresponde a un **69,92%** del gasto total, es decir **\$313.131.888,31**, que representan mensualmente un promedio de **\$26.094.324,03**.

Así mismo el detalle de los gastos directos por tipos de mantenimiento asignados a producción se encuentra distribuido según Tabla 3.

Tabla 3. Gastos por tipo de mantenimiento asignados a producción.

DESCRIPCION	PPTO	% PARTICIPACION
PREVENTIVO MECANICO	\$ 9.788.851,75	3,13%
CORRECTIVO MECANICO	\$31.022.654,17	9,91%
REQUERIMIENTO MEJORAS SM MECANICO	\$56.635.215,75	18,09%
TOTAL MECANICO	\$97.446.721,68	31,12%
PREVENTIVO ELECTRICO	\$18.654.667,82	5,96%
CORRECTIVO ELECTRICO	\$17.774.752,00	5,68%
REQUERIMIENTO MEJORAS SM ELECTRICO	\$17.721.747,28	5,66%
TOTAL ELECTRICO	\$54.151.167,11	17,29%
PREVENTIVO CALIBRACION-INSTRUMENTAL	\$13.545.495,82	4,33%
CORRECTIVO CALIBRACION-INSTRUMENTAL	\$5.026.738,43	1,61%
REQUERIMIENTO MEJORAS SM CALIBRACION	\$3.996.531,49	1,28%
TOTAL CALIBRACION-INSTRUMENTAL	\$ 22.568.765,74	7,21%
PREVENTIVO LOCATIVO	\$12.160.239,69	3,88%
CORRECTIVO LOCATIVO	\$ 25.314.299,37	8,08%
REQUERIMIENTO MEJORAS SM LOCATIVO	\$49.528.411,78	15,82%
TOTAL LOCATIVO	\$87.002.950,83	27,78%
CAJA MENOR	\$39.163.822,72	12,51%
ALMACEN	\$ 9.860.704,62	3,15%

TAXIS	\$1.615.204,35	0,52%
PAPELERIA	\$1.330.654,40	0,42%
TOTAL MANTENIMIENTO	\$313.131.882,31	100%

En la Tabla 4 se visualiza detalle consolidado de los gastos directos por tipos de mantenimiento asignados a producción, donde el **20,796%** del total del gasto corresponde a gastos por Mantenimiento Preventivo, un **30,40%** a gastos por Mantenimiento correctivo y un **49,12%** a mejora.

Tabla 4. Gastos Consolidados de mantenimiento asignados a producción.

DESCRIPCION	GASTO \$	% PARTICIPACION
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	\$ 65.118.906,25	20,796%
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	\$ 95.176.435,63	30,40%
MEJORAS	\$ 153.816.643,23	49,12%
TOTAL MANTENIMIENTO	\$ 313.131.882,31	100%

3.3.3 Unidades de mantenimiento. El proceso de Mantenimiento de Cerescos emplea el termino de unidad de mantenimiento para definir a todas aquellas maquinas, equipos, dispositivos e incluso áreas físicas de todos los departamentos y procesos que se encuentran cubiertas dentro del programa de mantenimiento de la compañía.

Actualmente se tienen 289 unidades de mantenimiento a nivel compañía, clasificados según Tabla 5.

Tabla 5. Clasificación unidades de Mantenimiento Cerescos Sas.

CLASIFICACION	CANTIDAD UNIDADES DE MANTENIMIENTO
ACONDICIONAMIENTO	24
FABRICACION	101
AREAS FISICAS	53
SERVICIOS Y PERIFERICOS	111
TOTAL	289

Las unidades de mantenimiento que corresponden al proceso productivo son en total 125 contempladas en Acondicionamiento y Fabricación, las cuales se detallan a continuación en Tabla 6.

Tabla 6. Unidades de Mantenimiento Proceso productivo.

ITEM	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	CLASIFICACION	AREA
1	CODIFICADORA TSC - 20000032	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
2	CODIFICADORA EMBOBINAR CAB A2+0097437 - 20000033	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
3	CODIFICADORA EMBOBINAR CAB A2+0007903 - 20000034	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
4	CODIFICADORA EMBOBINAR CAB A2+0097706 - 20000035	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
5	COMPRESOR GA30+ VSD40HP - 20000037	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
6	ETIQUETADORA PAGO 01 - 20000049	MAQUINA	ACONDICIONAMIENTO
7	ENVASADORA GRONINGER 01 - 20000071	MAQUINA	ACONDICIONAMIENTO
8	TAPADOR NEUMATICO DESOUTERS 01 - 20000115	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
9	TAPADOR NEUMATICO DESOUTERS 02 - 20000116	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
10	TAPADOR NEUMATICO DESOUTERS 03 - 20000117	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
11	TAPADOR NEUMATICO DESOUTERS 04- 20000118	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
12	TOLVAS MANUAL MESAS DE TRABAJO NO.1-16 - 20000310	DISPOSITIVO	ACONDICIONAMIENTO
13	SILLAS NEUMATICAS PRODUCCION 1-60 20000093	DISPOSITIVO	ACONDICIONAMIENTO
14	TUNEL TERMOSELLADO ALPHA PACK - 20000472	MAQUINA	ACONDICIONAMIENTO
15	LLENADOR NEUMATICO DE REMOVEDOR 01 - 20000537	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
16	MONTACARGAS CEDI 20000598	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
17	MONTACARGAS ENVASE 20000599	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
18	TAPONADOR NEUMATICO DE REMOVEDOR - 20000539	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
19	LLENADOR NEUMATICO DE REMOVEDOR 02 - 20000573	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
20	CONTADOR DE ETIQUETAS 20000584	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
21	TAPADOR NEUMATICO DESOUTERS 05- 20000610	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
22	CODIFICADORA CAB A4 CEDI 20000614	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
23	TAPADOR NEUMATICO DESOUTERS 06- 20000615	EQUIPO	ACONDICIONAMIENTO
24	ENVASADORA TELM	MAQUINA	ACONDICIONAMIENTO
25	AGITADOR DE COLOR N°2 - 20000002	MAQUINA	FABRICACION
26	AGITADOR DE COLOR N°3 - 20000003	MAQUINA	FABRICACION
27	AGITADOR DE COLOR N°4 - 20000004	MAQUINA	FABRICACION
28	AGITADOR DE COLOR N°5 - 20000005	MAQUINA	FABRICACION
29	AGITADOR DE LACAS N°1 - 20000006	MAQUINA	FABRICACION
30	AGITADOR DE LACAS N°2 - 20000007	MAQUINA	FABRICACION

31	ASCENSOR CARGA DE 250KG - 20000011	EQUIPO	FABRICACION
32	BOMBA NEUMATICA LACAS HUSKY - 20000026	EQUIPO	FABRICACION
33	ELEVADOR CARGA BIG JOE 600 KG - 20000038	EQUIPO	FABRICACION
34	ELEVADOR CARGA BIG JOE 700 KG - 20000039	EQUIPO	FABRICACION
35	COMPRESOR DE AIRE CARSON 10HP - 20000036	EQUIPO	FABRICACION
36	HOMOGENIZADOR GELES - 20000060	MAQUINA	FABRICACION
37	REACTOR LABORATORIO DESARROLLO - 20000090	EQUIPO	FABRICACION
38	LINEA REMOVEDOR - 20000091	MAQUINA	FABRICACION
39	REMOVEDOR CUTICULA - 20000092	MAQUINA	FABRICACION
40	TANQUE ACERO INOX 1000KG T01 - 20000099	DISPOSITIVO	FABRICACION
41	TANQUE ACERO INOX 1000KG T02 - 20000100	DISPOSITIVO	FABRICACION
42	TANQUE ACERO INOX 100KG T01 - 20000101	DISPOSITIVO	FABRICACION
43	TANQUE ACERO INOX 100KG T02 - 20000102	DISPOSITIVO	FABRICACION
44	TANQUE ACERO INOX 200KG RUEDAS T01 - 20000103	DISPOSITIVO	FABRICACION
45	TANQUE ACERO INOX 200KG T01 - 20000104	DISPOSITIVO	FABRICACION
46	TANQUE ACERO INOX 200KG T02 - 20000105	DISPOSITIVO	FABRICACION
47	TANQUE ACERO INOX 200KG T03 - 20000106	DISPOSITIVO	FABRICACION
48	TANQUE ACERO INOX 200KG T04 - 20000107	DISPOSITIVO	FABRICACION
49	TANQUE ACERO INOX 200KG T05 - 20000108	DISPOSITIVO	FABRICACION
50	TANQUE ACERO INOX 500KG T01 - 20000109	DISPOSITIVO	FABRICACION
51	TANQUE ACERO INOX 60KG RUEDAS T01 - 20000110	DISPOSITIVO	FABRICACION
52	TANQUE ACERO INOX DOBLE CAMISA 105KG T01 - 20000111	DISPOSITIVO	FABRICACION
53	TANQUE ACERO INOX DOBLE CAMISA 55KG T01 - 20000112	DISPOSITIVO	FABRICACION
54	TANQUE ACERO INOX DOBLE CAMISA 9KG T01 - 20000113	DISPOSITIVO	FABRICACION
55	TANQUE MOLINO - 20000114	DISPOSITIVO	FABRICACION
56	BOMBA NEUMATICA HUSKY 1050 - 20000473	EQUIPO	FABRICACION
57	ESTIBADOR ALMACEN 20000600	DISPOSITIVO	FABRICACION
58	ESTIBADOR PRODUCCION 20000601	DISPOSITIVO	FABRICACION
59	INCLINADOR DE TANQUES IBC 200000618	EQUIPO	FABRICACION
60	APLICADOR AUTOMÁTICO PA - 20000010	EQUIPO	FABRICACION
61	BALANZA OHAUS ARC120 - 20000012	EQUIPO	FABRICACION
62	BALANZA OHAUS ARC120 K0197P - 20000013	EQUIPO	FABRICACION
63	BALANZA OHAUS B40 - TP31 - 20000014	EQUIPO	FABRICACION

64	BALANZA OHAUS EP32001 - 20000015	EQUIPO	FABRICACION
65	BALANZA OHAUS PA3102 - 20000016	EQUIPO	FABRICACION
66	BALANZA OHAUS PA313 180G - 20000017	EQUIPO	FABRICACION
67	BALANZA OHAUS PA4102 - 20000018	EQUIPO	FABRICACION
68	BALANZA OHAUS T21P 80259 - 20000019	EQUIPO	FABRICACION
69	BALANZA OHAUS EXPLORER EX623 - 20000020	EQUIPO	FABRICACION
70	BASCULA ELECTRONICA OHAUS T31P - 20000021	EQUIPO	FABRICACION
71	BASCULA ELECTRONICA OHAUS I10 - 20000022	EQUIPO	FABRICACION
72	BASCULA ELECTROMECC OHAUS T21P - 20000023	EQUIPO	FABRICACION
73	BASCULA ELECTROMECC OHAUS T21P 500KG - 20000024	EQUIPO	FABRICACION
74	CIRCULAR DRYING TIME DG960001 - 20000030	EQUIPO	FABRICACION
75	CIRCULAR DRYING TIME DG96002 - 20000031	EQUIPO	FABRICACION
76	ESPECTROFOTOMETRO DATACOLOR 650 S21 - 20000042	EQUIPO	FABRICACION
77	HORNO ELECT MEMMERT TYP UM1150 - 20000061	EQUIPO	FABRICACION
78	HORNO ELECT MEMMERT TYP UM200 - 20000062	EQUIPO	FABRICACION
79	HORNO ELECT MEMMERT TYP UNE600 - 20000063	EQUIPO	FABRICACION
80	PH METRO SARTORIOS CG818 - 20000078	EQUIPO	FABRICACION
81	PIE DE REY DIGITAL CC0953 - 20000079	EQUIPO	FABRICACION
82	PIE DE REY DIGITAL MTTO20B - 20000080	EQUIPO	FABRICACION
83	PIE DE REY DIGITAL CC0741 - 20000081	EQUIPO	FABRICACION
84	PISTOLA INFRAROJA 01 - 20000082	EQUIPO	FABRICACION
85	TACOMETRO 461895 - 20000098	EQUIPO	FABRICACION
86	TERMOHIGROMETRO ANALOGO 01 - 20000120	EQUIPO	FABRICACION
87	TERMOHIGROMETRO ANALOGO 02 - 20000121	EQUIPO	FABRICACION
88	TERMOHIGROMETRO ANALOGO 03 - 20000122	EQUIPO	FABRICACION
89	TERMOHIGROMETRO DIGITAL 01 - 20000123	EQUIPO	FABRICACION
90	TERMOHIGROMETRO DIGITAL 02 - 20000124	EQUIPO	FABRICACION
91	TORQUIMETRO IMADA DTX2/40 - 20000126	EQUIPO	FABRICACION
92	VISCOSIMETRO BROOKFIELD RVDV-I+ DIGITAL - 20000133	EQUIPO	FABRICACION
93	VISCOSIMETRO BROOKFIELD RVT A01 - 20000134	EQUIPO	FABRICACION
94	VISCOSIMETRO RVDV-I+PRIME 01 - 20000135	EQUIPO	FABRICACION
95	VISCOSIMETRO RVDV-I+PRIME 02 - 20000136	EQUIPO	FABRICACION
96	CAMARA TERMOGRAFICA FLIR - 20000447	EQUIPO	FABRICACION

97	BALANZA VANSOLIX (METTLER TOLEDO) KCC150 - 20000448	EQUIPO	FABRICACION
98	BALANZA OHAUS 32Kg EP32001 - 20000449	EQUIPO	FABRICACION
99	BALANZA OHAUS 500Kg B500T31P - 20000450	EQUIPO	FABRICACION
100	BALANZA OHAUS 500Kg B500-T31P - 20000451	EQUIPO	FABRICACION
101	APLICADOR INVESTIGACION&DESARROLLO - 20000459	EQUIPO	FABRICACION
102	BASCULA OHAUS EC15 - 15kg - 20000491	EQUIPO	FABRICACION
103	BALANZA ELECTRONICA OHAUS EC30 - 20000536	EQUIPO	FABRICACION
104	TERMOHIGOMETRO DIGITAL I&D 01 - 20000579	EQUIPO	FABRICACION
105	TERMOHIGOMETRO DIGITAL I&D 02 - 20000580	EQUIPO	FABRICACION
106	BALANZA OHAUS PA3102 - 20000589	EQUIPO	FABRICACION
107	BASCULA MECANICA 01 20000590	EQUIPO	FABRICACION
108	BASCULA MECANICA 01 20000591	EQUIPO	FABRICACION
109	MTTO MICROTRIGLOSS 20000593	EQUIPO	FABRICACION
110	MTTO DUROMETRO PENDULO 20000594	EQUIPO	FABRICACION
111	BASCULA PA3102- 20000592	EQUIPO	FABRICACION
112	TERMOHIGROMETRO PRODUCCION 1 20000606	EQUIPO	FABRICACION
113	TERMOHIGROMETRO PRODUCCION 2 20000607	EQUIPO	FABRICACION
114	TERMOMETRO ANÁLOGO WIKA 20000611	EQUIPO	FABRICACION
115	BASCULA OHAUS D30T31 EXPRTACIONES 20000609	EQUIPO	FABRICACION
116	TERMOHIGRÓMETRO DIGITAL 03 DEVOLUCIONES 20000616	EQUIPO	FABRICACION
117	DATALOGGER CEDI 1 200000620	EQUIPO	FABRICACION
118	DATALOGGER CEDI 2 200000621	EQUIPO	FABRICACION
	DATALOGGER CEDI 3 200000622	EQUIPO	FABRICACION
120	DATALOGGER CEDI 4 200000623	EQUIPO	FABRICACION
121	DATALOGGER DEVOLUCIONES 200000624	EQUIPO	FABRICACION
122	DATALOGGER BOD. MAT. PRIMA 1 200000625	EQUIPO	FABRICACION
123	DATALOGGER BOD. MAT. PRIMA 2 200000626	EQUIPO	FABRICACION
124	DATALOGGER PRODUCCIÓN 200000627	EQUIPO	FABRICACION
125	TERMOHIGRÓMETRO PRODUCCIÓN 200000628	EQUIPO	FABRICACION

3.4 ANALISIS DE CRITICIDAD MAQUINAS PROCESO DE PRODUCTIVO.

3.4.1 Maquinas proceso productivo. Las maquinas del proceso de productivo se relacionan en la siguiente Tabla 7.

Tabla 7. Maquinas proceso productivo

ITEM	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	CLASIFICACION	AREA
1	ETIQUETADORA PAGO 01 - 20000049	MAQUINA	ACONDICIONAMIENTO
2	ENVASADORA GRONINGER 01 - 20000071	MAQUINA	ACONDICIONAMIENTO
3	TUNEL TERMOSELLADO ALPHA PACK - 20000472	MAQUINA	ACONDICIONAMIENTO
4	ENVASADORA TELM	MAQUINA	ACONDICIONAMIENTO
5	AGITADOR DE COLOR N°2 - 20000002	MAQUINA	FABRICACION
6	AGITADOR DE COLOR N°3 - 20000003	MAQUINA	FABRICACION
7	AGITADOR DE COLOR N°4 - 20000004	MAQUINA	FABRICACION
8	AGITADOR DE COLOR N°5 - 20000005	MAQUINA	FABRICACION
9	AGITADOR DE LACAS N°1 - 20000006	MAQUINA	FABRICACION
10	AGITADOR DE LACAS N°2 - 20000007	MAQUINA	FABRICACION
11	HOMOGENIZADOR GELES - 20000060	MAQUINA	FABRICACION
12	LINEA REMOVEDOR - 20000091	MAQUINA	FABRICACION
13	REMOVEDOR CUTICULA - 20000092	MAQUINA	FABRICACION

3.4.2 Criterios de consecuencia y de frecuencia de falla. Los criterios de consecuencia de los equipos en estudio se determinaron con un equipo multidisciplinario quienes además definieron para cada criterio la característica y su nivel de importancia a través de una puntuación de ponderación con la cual se evaluara cada uno de los equipos.

Los criterios que se definieron por el equipo multidisciplinario se relacionan en la Tabla 8.

Tabla 8. Criterios de consecuencia y de frecuencia de falla determinados.

EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO	CONSECUENCIA					FRECUENCIA DE FALLA
	MEDIO AMBIENTE	SEGURIDAD	PRODUCCION	CALIDAD	COSTO	
DIRECTOR DE MANUFACTURA	X	X	X	X	X	X
DIRECTOR I&D	X	X	X	X		
JEFE CONTROL CALIDAD				X		
JEFE I&D	X	X	X	X		X
JEFE ACONDICIONAMIENTO	X	X	X	X		X

JEFE FABRICACION	X	X	X	X		
JEFE DE MANTENIMIENTO	X	X	X	X	X	X
CORDINADOR SST		X				
CORDINADOR M. AMBIENTE	X					

3.4.2.1 Características y ponderación de las consecuencias.

- **Medio ambiente.**

Tabla 9. Criterio, características y ponderación medio Ambiente.

CRITERIO	CARACTERISTICA	PONDERACION
MEDIO AMBIENTE	ALTA PROBABILIDAD DE DAÑO AMBIENTAL EN CASO DE FALLO	5
	MEDIA PROBABILIDAD DE DAÑO AMBIENTAL EN CASO DE FALLO	3
	BAJA PROBABILIDAD DE DAÑO AMBIENTAL EN CASO DE FALLO	2
	MUY BAJA PROBABILIDAD DE ACCIDENTE O DAÑO AMBIENTAL EN CASO DE FALLO	1

- **Seguridad.**

Tabla 10. Criterio, características y ponderación seguridad.

CRITERIO	CARACTERISTICA	PONDERACION
SEGURIDAD	ALTA PROBABILIDAD DE ACCIDENTE EN CASO DE FALLO	5
	MEDIA PROBABILIDAD DE ACCIDENTE EN CASO DE FALLO	3
	BAJA PROBABILIDAD DE ACCIDENTE EN CASO DE FALLO	2
	MUY BAJA PROBABILIDAD DE ACCIDENTE EN CASO DE FALLO	1

- **Producción.**

Tabla 11. Criterio, características y ponderación producción.

CRITERIO	CARACTERISTICA	PONDERACION
PRODUCCION	PRESENTA PAROS > 4 HORAS	5
	PRESENTA PAROS ENTRE 1 Y 3 HORAS	4
	PRESENTA PAROS < 1 HORA (>10 MIN)	3
	PRESENTA PAROS < 10 MIN	2
	NO HAY REGISTRO DE PAROS	1

- **Calidad.**

Tabla 12. Criterio, características y ponderación calidad.

CRITERIO	CARACTERISTICA	PONDERACION
CALIDAD	OCASIONA DEFECTOS EN EL PRODUCTO CRÍTICOS(AQUEL QUE INCUMPLE CON UNA CARACTERISTICA ESPECIAL)	5
	OCASIONA DEFECTOS EN EL PRODUCTO GRAVES (AQUEL QUE POR SU APARIENCIA NO ES ACEPTADO POR EL CLIENTE)	3
	OCASIONA DEFECTOS EN EL PRODUCTO LEVES (AQUEL QUE EL CLIENTE NO PERCIBE)	1

- **Costos.**

Tabla 13. Criterio, características y ponderación costos.

CRITERIO	CARACTERISTICA	PONDERACION
COSTO	COSTO MTTO TRIMESTRAL > 5 MILLON	5
	COSTO MTTO TRIMESTRAL ENTRE 500.000 MIL Y 4 MILLON	3
	COSTO MTTO TRIMESTRAL ENTRE 100.000 MIL Y 500.000 MIL	2
	COSTO MTTO TRIMESTRAL 100.000 MIL	1

3.4.2.2 Características, y ponderación de las frecuencias de falla.

Tabla 14. Criterio, características y ponderación frecuencias de falla.

CRITERIO	CARACTERISTICA	PONDERACION
FRECUENCIA FALLA	POBRE MAYOR 10 MES	5
	PROMEDIO ENTRE 5 Y 10 MES	3
	BUENAS ENTRE 2 Y 5 MES	2
	EXCELENTE MENOR O IGUAL 1 MES	1

3.4.3 Calculo criticidad maquinas procesos productivo. La criticidad se determina cuantitativamente, multiplicando la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de la misma, estableciendo rangos de valores para homologar los criterios de evaluación.

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia de Falla} \times \text{Consecuencia}$$

Donde para el caso de Cerescos Sas,

$$\text{Consecuencia} = (\text{M. Ambiente} + \text{Seguridad} + \text{Producción} + \text{Calidad} + \text{Costo})$$

Lo anterior se realiza para cada uno de las máquinas y con los resultados de criticidad obtenidos de esta operación se procede a establecer tres niveles de importancia de criticidad, Nivel A, Nivel M y Nivel B según Tabla 15.

Tabla 15. Rango Niveles de Criticidad.

RANGO NIVEL DE CRITICIDAD
NA >71,7
71,7 >= NM >= 33,7
NB < 33,7

Una vez establecidos los rango de nivel de criticidad se clasificaran cada uno de las máquinas según se muestra en la matriz de criticidad de Tabla 16, la cual en un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la maquina en estudio si le ocurre una falla.

Tabla 16. Matriz Criticidad Maquinas Procesos Productivos Cerescos Sas.

MATRIZ DE CRITICIDAD																								
FRECUENCIA FALLAS	5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	110	110	115	
	4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92
	3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69
	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46
	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
CONSECUENCIA																								

3.4.4 Resultado criticidad maquinas proceso productivo.

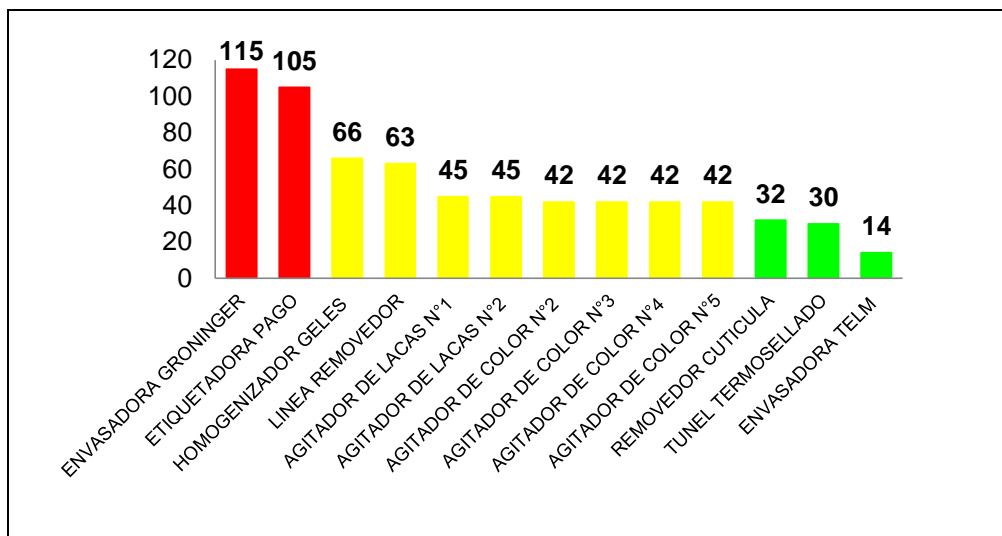
Tabla 17. Resultados de Criticidad y Convención.

CONVENCION	
MA	MEDIO AMBIENTE
SEG	SEGURIDAD
PR0	PRODUCCION
CA	CALIDAD
CO	COSTOS
CON	CONCECUENCIA
FF	FRECUENCIA DE FALLA
CR	CRITICIDAD
N CR	NIVEL DE CRITICIDAD

GENERAL	CODIGO	MAQUINA	MA	SEG	PR0	CA	CO	CON	FF	CR	N CR
EMPAQUE	20000071	ENVASADORA GRONINGER	5	3	5	5	5	23	5	115	NA
EMPAQUE	20000049	ETIQUETADORA PAGO	3	3	5	5	5	21	5	105	NA
FABRICACION	20000060	HOMOGENIZADOR GELES	5	5	4	5	3	22	3	66	NM
FABRICACION	20000091	LINEA REMOVEDOR	5	5	3	5	3	21	3	63	NM
FABRICACION	20000006	AGITADOR DE LACAS N°1 -	3	5	2	3	2	15	3	45	NM
FABRICACION	20000007	AGITADOR DE LACAS N°2	3	5	2	3	2	15	3	45	NM

FABRICACION	2000002	AGITADOR DE COLOR N°2	3	5	1	3	2	14	3	42	NM
FABRICACION	2000003	AGITADOR DE COLOR N°3	3	5	1	3	2	14	3	42	NM
FABRICACION	2000004	AGITADOR DE COLOR N°4	3	5	1	3	2	14	3	42	NM
FABRICACION	2000005	AGITADOR DE COLOR N°5	3	5	1	3	2	14	3	42	NM
FABRICACION	20000092	REMOVEDOR CUTICULA	5	3	3	3	2	16	2	32	NB
EMPAQUE	20000472	TUNEL TERMOSELLADO	1	3	3	1	2	10	3	30	NB
EMPAQUE	20000027	ENVASADORA TELM	5	3	1	3	2	14	1	14	NB

Figura 15. Resultados Análisis de Criticidad.



Según el estudio de criticidad utilizado, el resultado de los equipos con criticidad Alta (NA) son.

Tabla 18. Equipos Criticidad Alta NA Proceso Productivo.

GENERAL	CODIGO	MAQUINA	MA	SEG	PR0	CA	CO	CON	FF	CR	N CR
EMPAQUE	20000071	ENVASADORA GRONINGER	5	3	5	5	5	23	5	115	NA
EMPAQUE	20000049	ETIQUETADORA PAGO	3	3	5	5	5	21	5	105	NA

4 CONTEXTO OPERACIONAL MAQUINAS CRITICAS.

4.1 MAQUINA ENVASADORA GRONINGER.

4.1.1 Descripción general. La máquina envasadora Groninger modelo MFCS 201R, es una máquina de fabricación alemana para acondicionar esmaltes para uñas, es decir llenar el frasco con el esmalte a un nivel determinado, coloca el pincel y finalmente coloca la tapa con el torque establecido a una velocidad de sesenta esmaltes por minuto.

Figura 16. Maquina Groninger.



La máquina está en capacidad de acondicionar esmaltes para uñas en tres presentaciones según se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19. Presentaciones Envasadora Groninger.

ITEM	IMAGEN	DENOMINACION
1		MASGO 13,5ML
2		MASGLO 7,5 ML
3		ADMISS 10 ML

4.1.1.1 Datos técnicos.

Figura 17. Datos técnicos Envasadora Groninger.

Rendimiento de la máquina	
Objetos/minuto	Máximo 60 Unidades
Emisión de ruido	
El nivel de ruidos de la máquina en los lugares de trabajo de los operadores es de 70 dB(A)	
Conexión eléctrica	
Tensión nominal:	3 x 208 V (AC)
Frecuencia:	60 Hz
Potencia:	7 kW
Corriente nominal:	20 A
Prefusible:	3 x 32 A
Tensión de mando:	24 V (DC)
Neumática	
Red de alimentación de aire a presión	7 bar
<i>Procurar suficiente presión de aire. La presión de aire en la red de alimentación de aire a presión debe ser al menos 1 bar superior a la presión de la instalación ajustada en la válvula reguladora de presión.</i>	
Válvula de regulación de presión en la máquina	6 bar
Conexión neumática	Diámetro interior de manguera 8 mm Diámetro exterior de manguera 12 mm
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en funcionamiento	+5 °C hasta +40 °C +41 °F hasta +104 °F
Temperatura ambiente durante el transporte y almacenamiento	-25 °C hasta +55 °C Brevemente hasta +70 °C (máximo durante 24 h)
	-13 °F hasta +131 °F Brevemente hasta +158 °F (máximo durante 24 h)
Humedad del aire	Máximo 70% de humedad relativa del aire
Altitud	Hasta un máximo de 1.000 m por encima del nivel del mar

Fuente: Groninger GmbH & Co. KG.

4.1.2 Condiciones para puesta en marcha. La puesta en producción de la maquina requiere de un operario quien deberá:

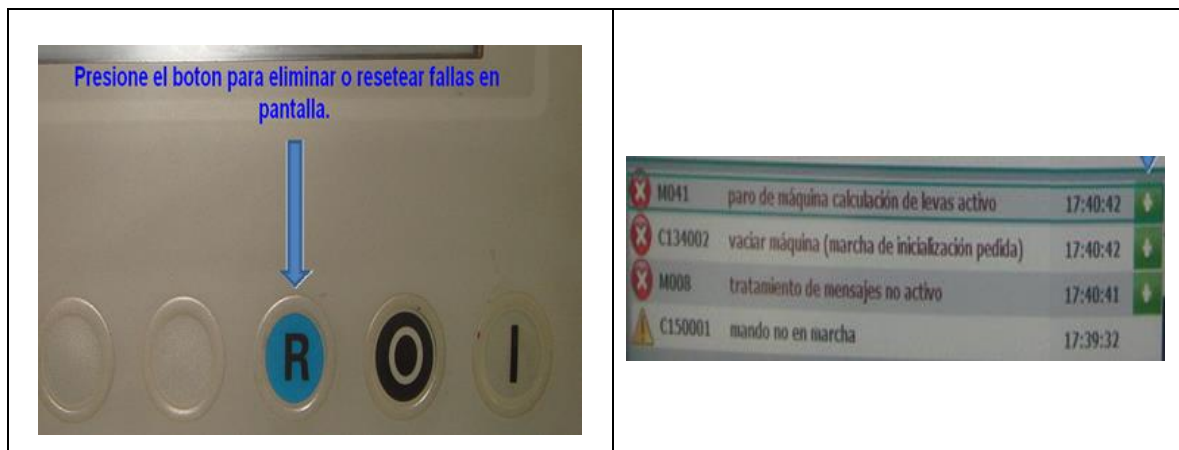
- Energizar la maquina desde el tablero principal y dar paso de aire comprimido desde la unidad de mantenimiento.

Figura 18. Energización y pasó de aire Envasadora Groninger.



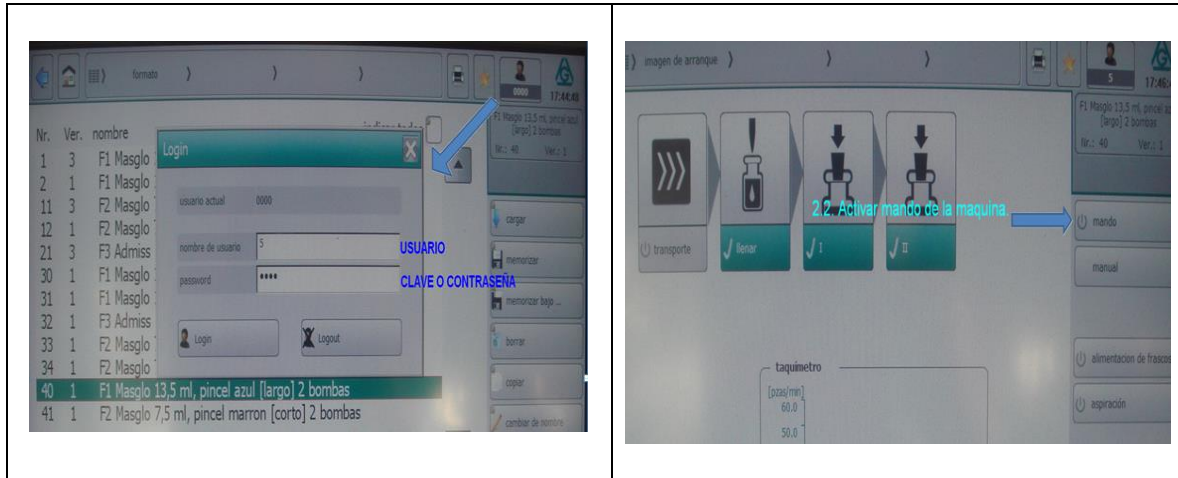
- Eliminar o resetear fallas en pantalla.

Figura 19. Resetear Fallas Pantalla Envasadora Groninger.



- Ingresar usuario y activación mando de la máquina.

Figura 20. Ingreso Usuario y Activación Mando Groninger.



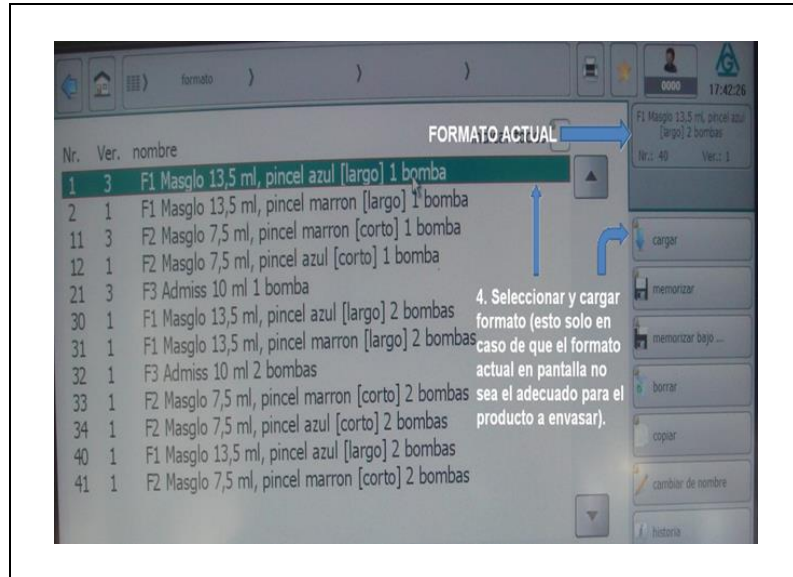
- Posicionar maquina estado reposo o de arranque.

Figura 21. Posición reposo Envasadora Groninger.



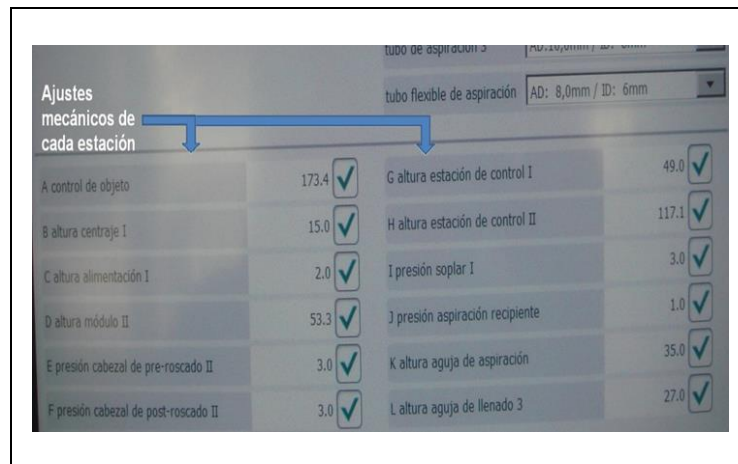
- Seleccionar y cargar formato (esto solo en caso de que el formato actual en pantalla no sea el adecuado para el producto a envasar).

Figura 22. Seleccionar y Cargar formato Envasadora Groninger.



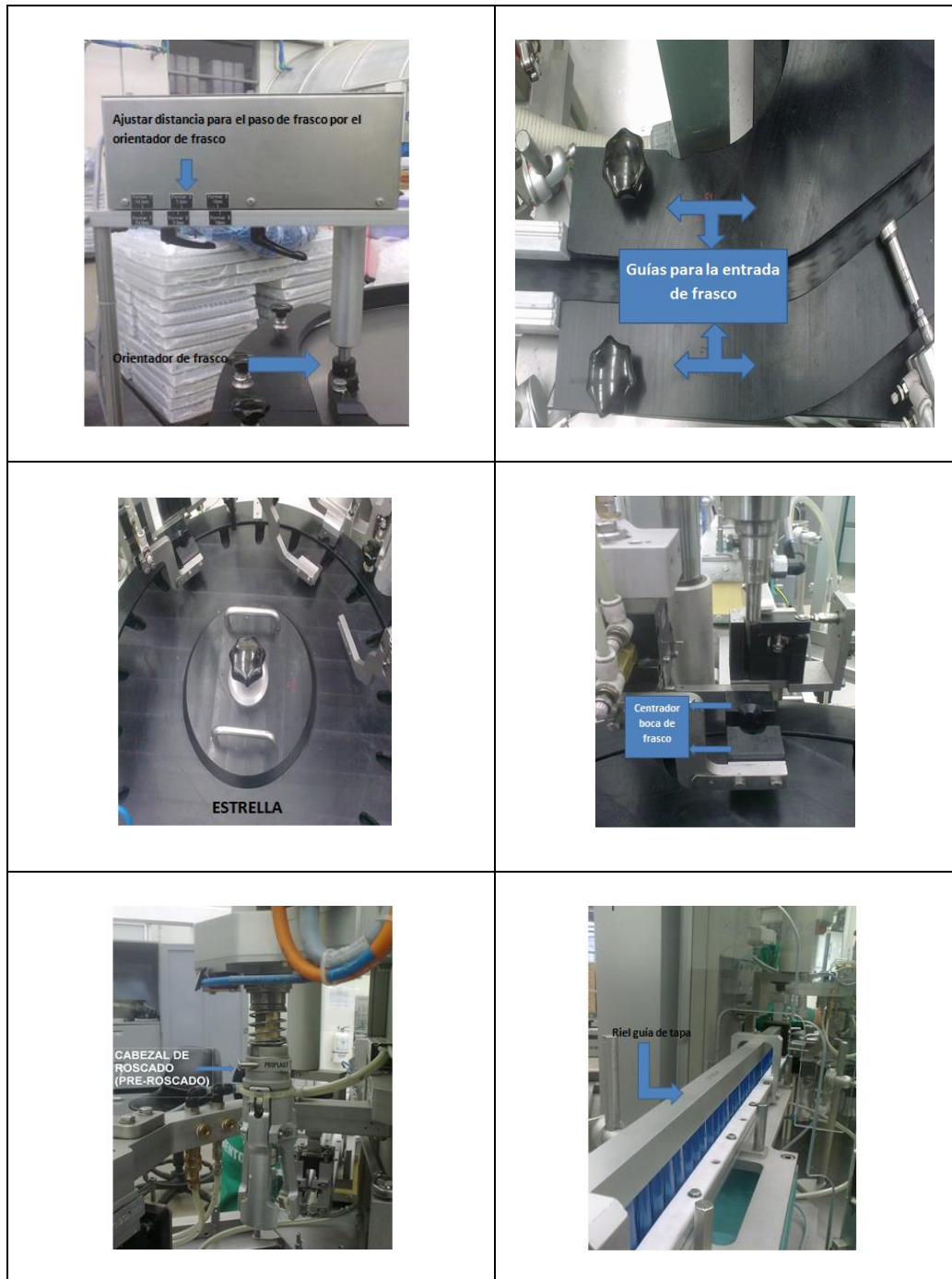
- Realizar ajustes mecánicos de cada estación para dicho formato según Tabla parámetros mecánicos. **Anexo B.**

Figura 23. Ajuste Parámetros mecánicos Envasadora Groninger.



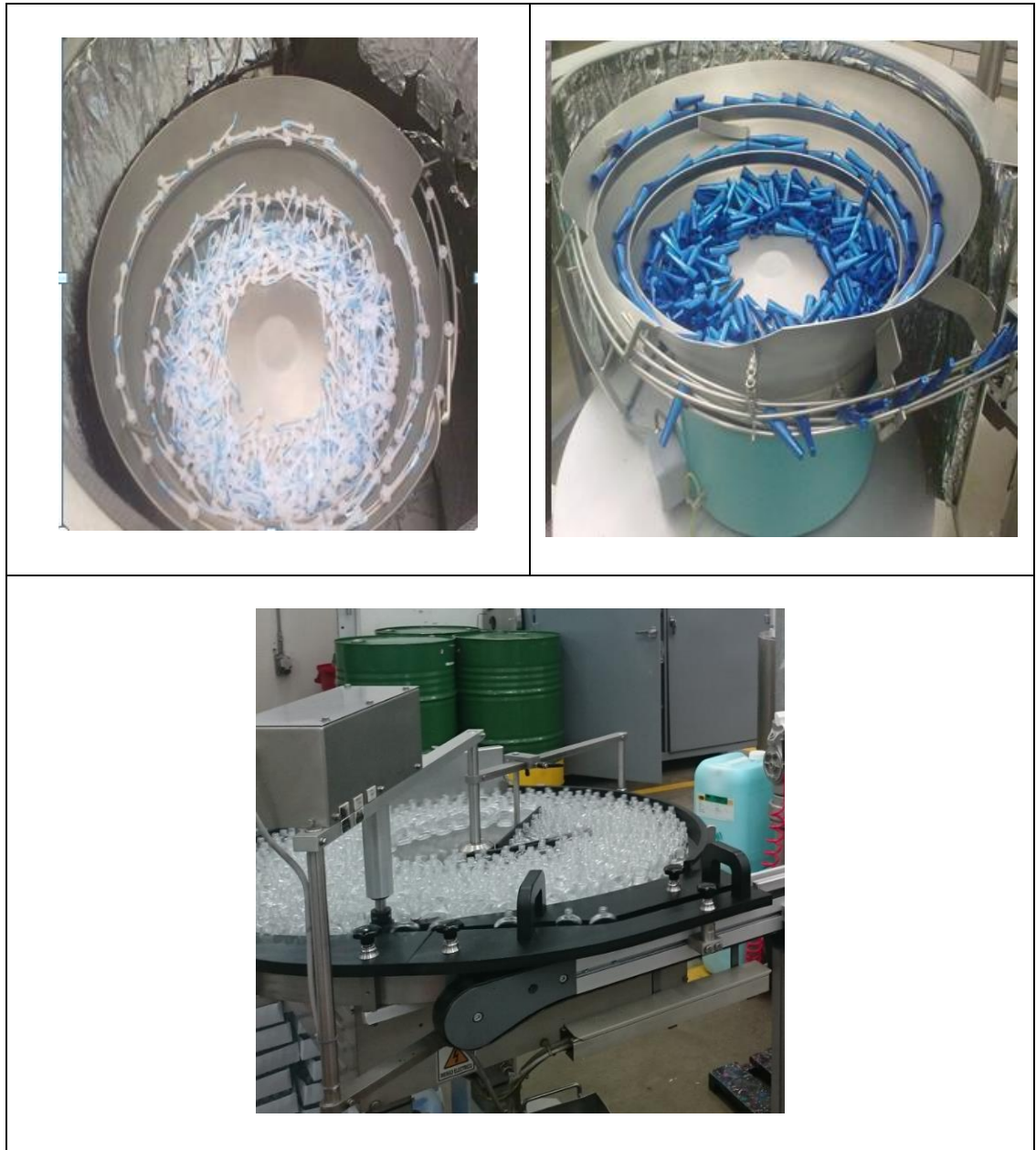
- Instalar o reemplazar piezas necesarias en la máquina para el formato a envasar

Figura 24. Piezas de recambio según formatos Groninger.



- Alimentar tolva de pincel, tolva de tapa y tornamesa de frasco.

Figura 25. Alimentación de tolvas Groninger.



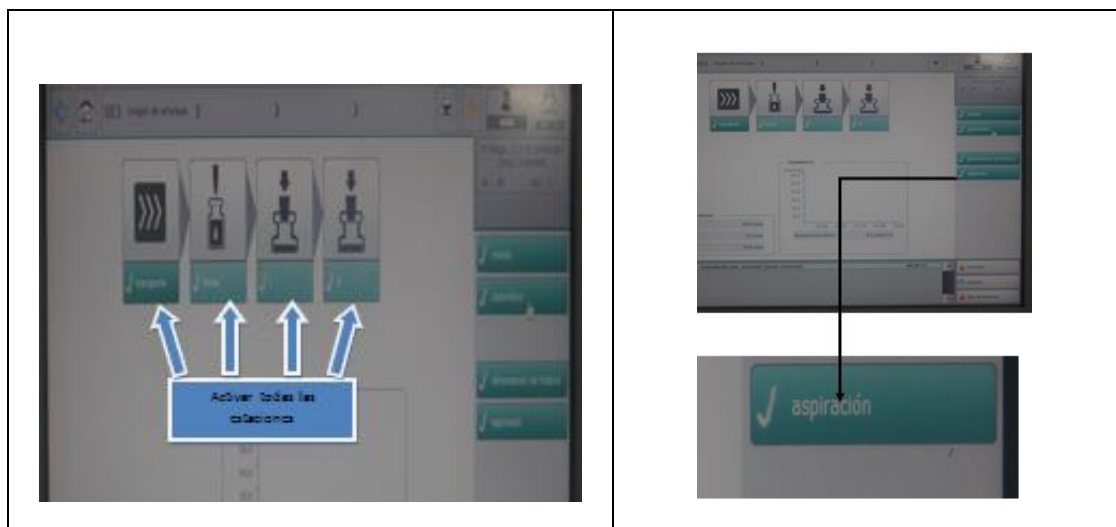
- Ingresar datos del lote en pantalla: Lote ID, Producto ID y Tamaño de lote planificado.
- Realizar purga para llenar la(s) manguera(s) de entrada, bomba(s) y manguera(s) con aguja(s) de salida al terminar dicha acción arrancar lote en pantalla.

Figura 26. Purga envasadora Groninger.



- Activar todas las estaciones y esperar en pantalla que se eliminen los avisos de vacío de dichas estaciones, luego activar o verificar que el sistema de aspiración esté funcionando, también abrir sus válvulas para que llegue thinner hasta la aguja de aspiración.

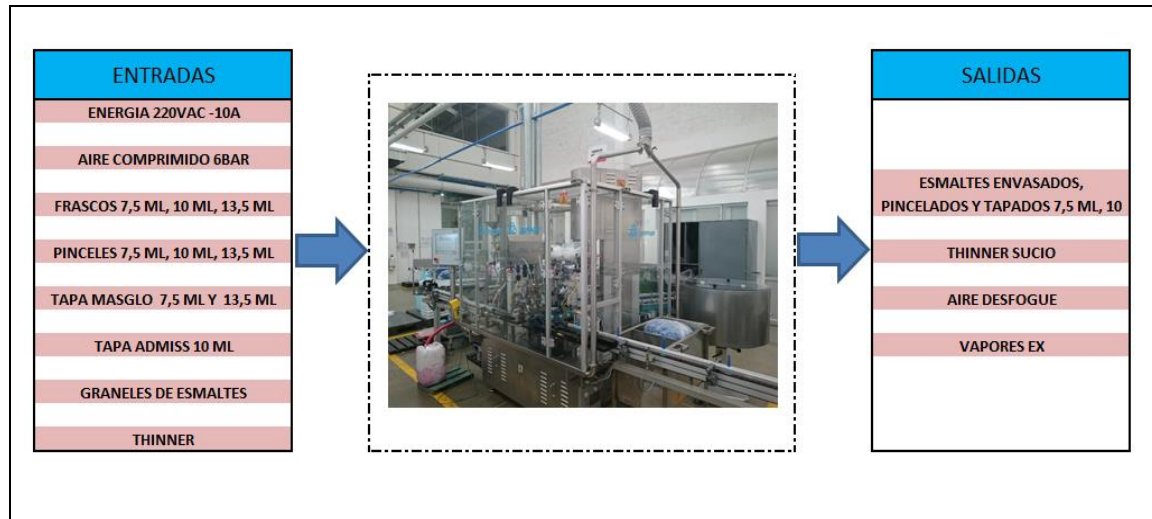
Figura 27. Activación estaciones y Aspiración envasadora Groninger.



- Iniciar envasado en manual para verificar nivel del producto y determinar altura de la aguja de aspiración. Proceder a ajustarlos en caso de ser necesario y pasar a mando automático.

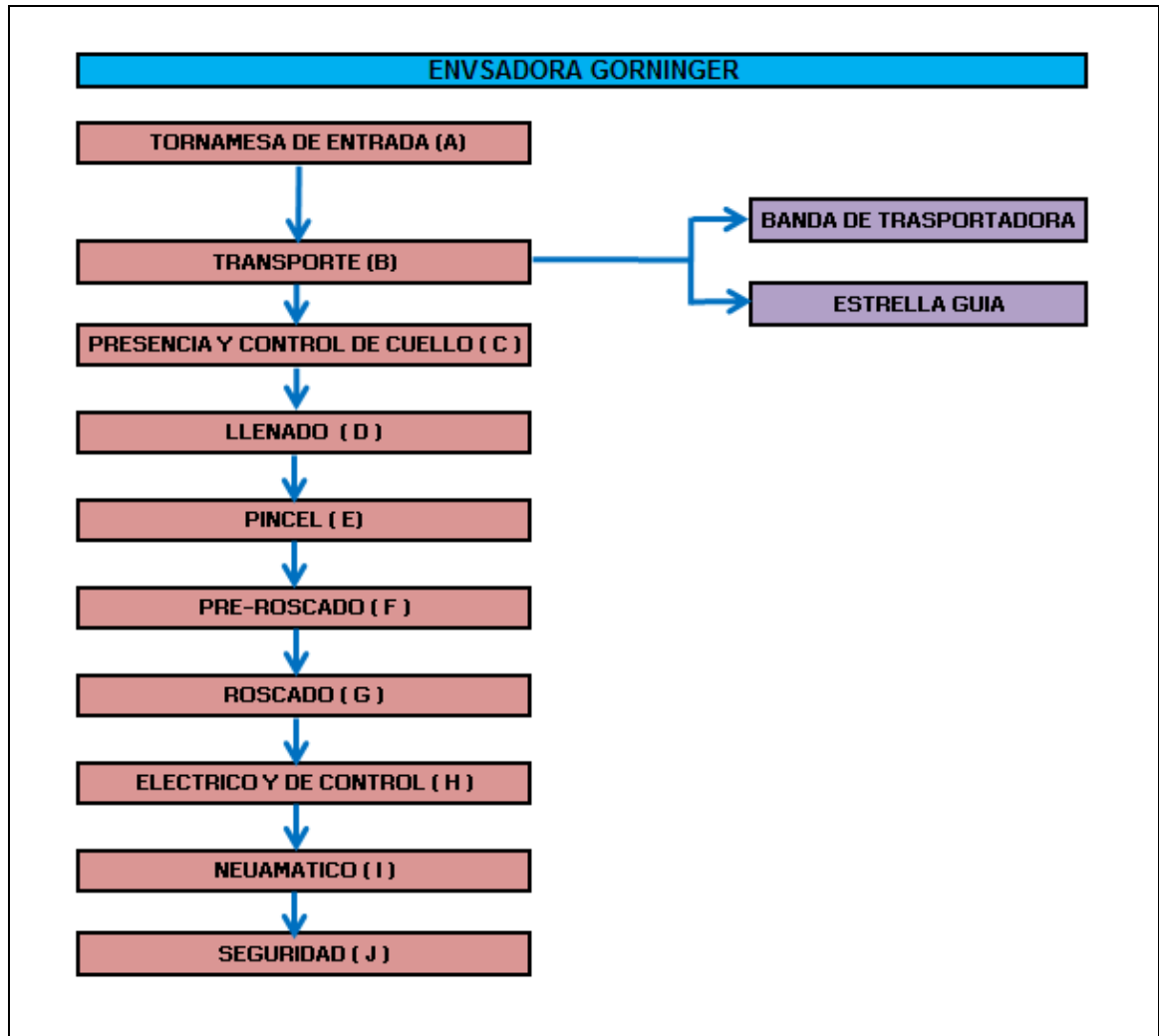
4.1.3 Diagrama entradas y salidas Envasadora Groninger.

Figura 28. Diagrama entradas y Salidas envasadora Groninger.



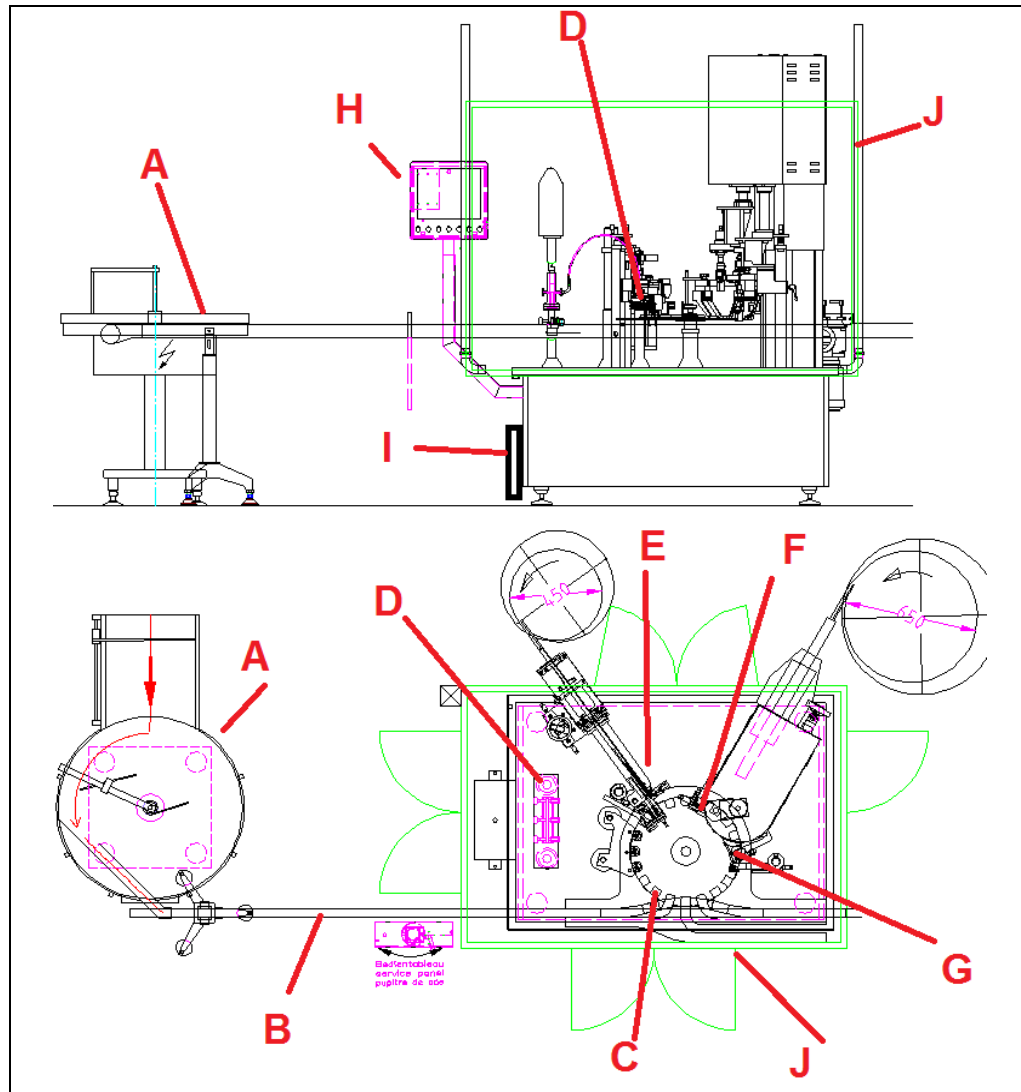
4.1.4 Taxonomía y funcionamiento Envasadora Groninger. Actualmente la maquina opera tres turnos de 8 horas de lunes a sábado, es decir en promedio mensual trabaja unas 570 horas, Tiempo durante el cual se realiza en promedio 4 cambios de presentación o formato según Tabla 19 y se realizan en promedio 65 cambios de tono, para un total de un millón doscientos mil unidades acondicionadas, llenadas, pinceladas y tapadas.

Figura 29. Taxonomía envasadora Groninger.



Fuente: Autor.

Figura 30. Esquema Taxonomía envasadora Groninger.



4.1.4.1 Tornamesa de entrada (A). El Tornamesa de entrada consta de una superficie la cual gira lentamente por el accionamiento de un motor que transfiere el movimiento a través de una transmisión de poleas y engranaje de tornillo sin fin.

La superficie giratoria sirve para recoger el frasco y entregarlo a través de unas guías clasificadoras a la banda transportadora.

4.1.4.2 Transporte (B). Está constituido por una Banda transportadora continua encargada de recibir el frasco del tornamesa de entrada y llevarlo con flujo constante hacia el interior de la máquina.

El flujo contante se logra a través de un sistema de detección de sensores de barrera que determinan la presencia máxima y mínima de frasco para que la maquina funcione.

Cuando la presencia es mínima la maquina parara hasta que la cantidad de frasco sea la requerida y cuando la presencia es máxima el tornamesa de entrada se detendrá y así evitara sobre presionar el frasco que se encuentra sobre la banda transportadora.

Una vez el frasco ingresa al interior de la máquina este es dosificado por un separador neumático para evitar sobrecarga en la estrella de transporte la cual está conformada por veinte cavidades donde se alojaran cada uno de los frascos y se trasladaran en una trayectoria circular por las diferentes estaciones comenzando por la estación Presencia o cuello obstruido(C) seguido de llenado (D), Pincel (E) y tapado (D) y de ahí si el producto es conforme nuevamente es recibido por la banda transportadora para llevar el producto ya acondicionado fuera de la máquina, si el producto no es conforme este será llevado por la vía de rechazo para su posterior reproceso manual por parte del operario.

4.1.4.3 Presencia y control de cuello(C). Es la primera estación y es donde se verifica que cada cavidad de la estrella se encuentra con frasco y además que el cuello no se encuentre obstruido o torcido.

Esto se realiza a través de un mecanismo accionado por un cilindro neumático el cual baja y presiona cada frasco y dependiendo de la carrera la cual se detecta por medio de un sensor inductivo se conoce si hay o no presencia de frasco, simultáneamente el mecanismo ingresa una aguja al interior del frasco y dependiendo también de la carrera la cual se detecta por medio de un segundo sensor inductivo se conoce si el cuello se encuentra o no obstruido o torcido

Si la detección determina que no hay presencia de frasco o si la hay pero este presenta un defecto en su cuello entonces el frasco pasara por todas las estaciones las cuales no se encontraran activas de manera que al final el frasco será enviado por la vía de rechazos.

4.1.4.4 Llenado (D). Dado el rango tan amplio de las tolerancias del frasco suministradas por el proveedor que lo fabrica de +/- 1 ml respecto a los volúmenes de 7,5 ml, 10 ml y 13,5 ml respectivamente de las presentaciones que se acondicionan en la máquina, causa que a pesar de que se llenen todos los frascos con el mismo volumen ópticamente lucirán diferentes es decir unos se verán más llenos que otros.

Para solucionar este problema y hacer que el volumen total entregado de producto a cada frasco cumpla el legalmente registrado y a su vez por imagen y presentación de las marcas todos luzcan ópticamente iguales, El llenado de frasco se realiza en tres etapas.

En la primera etapa, se aplica el producto a través de la primera bomba y aguja de llenado un 90% del volumen total del frasco. Luego el frasco se desplaza a la segunda etapa, donde baja una aguja que dependiendo del ajuste realizado por parte del operario de la altura a la que debe bajar la aguja según tendencia de volumen evidenciado en los primeros frascos del mismo lote, succionara hasta un 10% del volumen total, en este punto todos los frasco se encontraran con una nivelación óptica muy similar. Finalmente el frasco se traslada a la tercera etapa donde la segunda bomba y aguja de llenado aplica hasta un 25% del total del volumen completando el volumen legal y quedando en algunos casos por encima para lograr una nivelación óptica más exacta.

El sistema de llenado está conformado por un sistema de dos bombas de pistón las cuales se encargan de succionar el esmalte de uñas que se encuentra en tambores de 55 galones o en garrafas de 20 kilos, y entregarlo a un sistema de agujas las cuales ingresan al interior del frasco para llenarlos.

El sistema de bombas pistón funciona por el accionamiento de dos mecanismos servo controlados que permite entregar un volumen con una precisión de +/- 0,05 ml. El primer mecanismo se encarga de la carrera vertical de la bomba y el segundo se encarga de la rotación.

El sistema de agujas es accionado por un mecanismo servo controlado que le permite realizar la carrera vertical para ingresar y salir del frasco en el tiempo requerido.

4.1.4.5 Pincel (E). La estación de pincel se encarga de colocar el pincel en cada frasco, para lograrlo todo comienza a través de una tolva vibradora que es donde en primera medida el pincel es depositado.

La tolva vibradora gracias a un mecanismo que le permite vibrar desplaza el pincel hacia el riel de transporte el cual además también vibra, permitiendo el pincel se desplace a lo largo de toda su superficie con flujo constante hasta la caja de pincel.

El flujo contante se logra a través de un sistema de detección de sensores de barrera que determinan la presencia máxima y mínima del pincel para que la maquina funcione.

Cuando la presencia es mínima la maquina parara hasta que la cantidad de pincel sea la requerida y cuando la presencia es máxima la tolva de pincel se detendrá y así evitara sobre presionar el pincel que se encuentra sobre el riel de transporte.

Una vez el pincel ingresa a la caja de entrega, este es dosificado y posicionado por un cilindro neumático; Ya en su posición final el pincel es tomado por su cabeza por el dedo de transferencia él cual lo eleva, traslada manteniendo su posición, desciende y expulsa al interior del frasco.

El movimiento de elevación y descenso del dedo de pincel se logra a través de un mecanismo servo controlado, el movimiento de traslado lo realiza un cilindro neumático, el aseguramiento y expulsión del pincel se logra por un circuito neumático y de vacío.

4.1.4.6 Pre-roscado (F). La estación de tapado se encarga de colocar y torquear la tapa en cada frasco, para lograrlo todo comienza a través de una tolva vibradora que es donde en primera medida la tapa es depositada.

La tolva vibradora gracias a un mecanismo que le permite vibrar desplaza la tapa hacia el riel de transporte el cual además también vibra, permitiendo a la tapa se desplace a lo largo de toda su superficie con flujo constante hasta la caja de tapa.

El flujo contante se logra a través de un sistema de detección de sensores de barrera que determinan la presencia máxima y mínima de la tapa para que la maquina funcione.

Cuando la presencia es mínima la maquina parara hasta que la cantidad de tapa sea la requerida y cuando la presencia es máxima la tolva de tapa se detendrá y así evitara sobre presionar el pincel que se encuentra sobre el riel de transporte.

Una vez la tapa ingresa a la caja de entrega esta es posicionada por un mecanismo de compuertas y por el efecto de la fuerza de presión de la tapas que vienen detrás de esta; Ya en su posición final la tapa es tomada desde su interior por el dedo de transferencia el cual la retira de allí y la lleva a una segunda posición para ser entregada al cabezal de pre roscado quien sujeta, eleva, traslada, desciende y pre-enrosca la tapa en el cuello del frasco.

El movimiento de traslado de la tapa por el dedo de transferencia desde la caja de entrega hacia la segunda posición se logra a través de un mecanismo servo controlados y de un cilindro neumático.

La sujeción de la tapa en la segunda etapa, el traslado de esta, hasta la ubicación del frasco y el pre-enroscado en el cuello del frasco, se realizan a través de un cabezal giratorio que abre y cierre sus dedos para tomar, dejar y pre-enroscar la tapa, El giro de pre-enroscado lo realiza a través de unos mecanismos servo controlado y la apertura y cierre dedos a través de un mecanismo neumático. El traslado del cabezal desde la segunda etapa hasta la ubicación del frasco lo realiza a través de dos mecanismos servo controlados quienes controlan la trayectoria del cabezal con precisión en su carrera horizontal y vertical.

Si el frasco quedo enroscado con un torque inicial 50 NCm este pasara a la estación de roscado de lo contrario el frasco pasara derecho por la siguiente estación sin accionarse hasta llegar a la vía de rechazo para ser reprocesado manualmente por el operario.

4.1.4.7 Roscado (G). Una vez el frasco se encuentra con la tapa enroscada, este se desplaza a la estación de roscado donde baja un cabezal que sujeta la tapa y le aplica controladamente un torque de 150 Ncm garantizado el frasco quede herméticamente tapado para evitar la evaporación del producto.

El movimiento de descenso del cabezal se realiza a través de un mecanismo servo controlado, El giro de roscado o torque se realiza a través de unos mecanismos servo controlado y la apertura y cierre dedos que sujetan la tapan y la sueltan a través de un mecanismo neumático.

Si el frasco no quedo roscado con un torque 150 NCm este pasara derecho por la siguiente estación de control de altura la cual no se accionara hasta llegar a la vía de rechazo para ser reprocesado manualmente por el operario.

Si el frasco quedo con su tapa con el torque de 150Ncm entonces este se traslada a la estación de control de altura donde se valida la tapa quedo bien colocada en ese caso el frasco tapado continua hacia la banda transportadora donde será trasladado fuera de la maquina hacia la bandeja de recolección.

En caso de que no haya quedado bien tapado, es decir que la tapa pudo haber quedado torcida, entonces el frasco se irá por la vía de rechazo para ser reprocesado manualmente por el operario.

4.1.4.8 Eléctrico y de control (H). Contempla los elementos eléctricos y electrónicos destinados a protección, medida, control y accionamiento de la maquina así como también la interacción y comunicación con el operario a través de un panel de mando el cual permite:

- Ingresar Tipo de Usuario.
- Seleccionar formatos a Trabajar.

- Activar y desactivar estaciones.
- Modificar parámetros de funcionamiento de las estaciones
- Visualizar mensajes de alarma.
- Visualizar información del proceso.
- Crear nuevos formatos o presentaciones.
- Seleccionar modo de operación automático o manual.

4.1.4.9 Neumático (I). El sistema neumático es el que por medio de señales del PIC hacia las diferentes electroválvulas, permite el paso de aire comprimido a los distintos cilindros neumáticos de las estaciones que conforman el proceso completo acondicionamiento de esmaltes para uñas.

4.1.4.10 Seguridad (J). La máquina Groninger cuenta con un paro de emergencia el cual tras presionarlo para la máquina e inhabilita completamente todas sus funciones. así mismo la máquina se encuentra completamente dentro de una cabina con seis puertas de acceso enclavadas eléctricamente de manera que de abrirse cualquiera de estas, inmediatamente se inhabilita completamente todas sus funciones.

4.1.5 Estado de mantenimiento actual Envasadora Groninger. La Envasadora Groninger tiene un programa de mantenimiento que se realiza mensualmente, el cual contempla 61 instrucciones a ejecutar, con un tiempo estimado de 13 horas, llevado a cabo por un técnico electromecánico y un técnico auxiliar.

Adicionalmente se identificó 4 rutinas de inspección, que se realizan diariamente por un técnico Auxiliar.

4.1.5.1 Gastos de mantenimiento Envasadora Groninger.

Tabla 20 Gastos Mantenimiento Envasadora Groninger.

\$ GRONINGER 2015			
MES	PREVENTIVO	CORRECTIVO	TOTAL
1	\$ 1.313.345	\$ 1.919.874	\$ 3.233.219
2	\$ 4.297.579	\$ 6.282.286	\$ 10.579.865
3	\$ 1.369.915	\$ 2.002.569	\$ 3.372.484
4	\$ 838.781	\$ 1.226.147	\$ 2.064.928
5	\$ 1.814.079	\$ 2.651.856	\$ 4.465.935
6	\$ 1.202.169	\$ 1.757.354	\$ 2.959.522

7	\$	1.040.242	\$	1.520.647	\$	2.560.889
8	\$	2.288.779	\$	3.345.782	\$	5.634.562
9	\$	4.613.206	\$	6.743.675	\$	11.356.882
10	\$	985.962	\$	1.441.298	\$	2.427.260
11	\$	4.940.357	\$	7.221.911	\$	12.162.269
12	\$	6.439.288	\$	9.413.077	\$	15.852.365
TOTAL	\$	31.143.704	\$	45.526.476	\$	76.670.180
%		41%		59%		100%

4.1.5.2 Indicadores de mantenimiento envasadora Groninger.

Tabla 21. Indicadores mantenimiento envasadora Groninger.

INDICADORES AÑO 2015													
DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
DISP (%)	95,0	95,2	94,6	92,9	95,5	98,8	96,9	96,7	93,1	94,1	95,1	92,4	95,1
MTBF(Hrs.)	22,4	18,2	23,3	15,9	29,0	26,4	28,7	20,4	18,2	23,3	15,2	14,2	20,7
MTTR (Min.)	70,5	55,1	79,2	73,0	82,8	18,7	55,3	42,0	80,8	87,3	47,1	70,5	63,3

4.2 MAQUINA ETIQUETADORA PAGO.







4.2.1 Descripción general. La máquina etiquetadora Pago modelo Label System 120, es una máquina de fabricación alemana para etiquetar esmaltes y removedores para uñas, es decir colocar las etiquetas tanto en la cara frontal y posterior del frasco a una velocidad de ciento veinte frascos por minuto.

Figura 31. Maquina Etiquetadora Pago.



La máquina está en capacidad de etiquetar seis presentaciones de frascos de esmaltes para uñas y removedores según se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Presentaciones Etiquetadora Pago.

ITEM	IMAGEN	FORMATO	ITEM	IMAGEN	FORMATO
1		MASGLO 13,5ML	4		ADMISS 60 ML
2		MASGLO 7,5 ML	5		MASGLO 25 ML
3		ADMISS 10 ML	6		MASGLO 54 ML

4.2.1.1 Datos técnicos.

Figura 32. Datos Técnicos maquina Etiquetadora Pago.

Datos generales		Rollo de etiquetas													
Máquina de etiquetar L x A x a, incl. armario eléctrico en el armazón inferior, datos aproximativos	4000 x 1600 x 2050 mm	PAGOMAT													
Altura de la cinta de transporte, datos aproximativos	875 mm (+ 130 / - 70 mm)	Diámetro del núcleo	76 mm												
Peso, incluidos los armarios de distribución eléctricos	aprox. 450 kg	Diámetro ext. max. Ø	280 mm												
Velocidad de producción, depende de los productos a etiquetar y del tamaño de la etiqueta, datos aproximativos	60 - 120 pz./min.	Condiciones ambientales													
Abastecimiento de energía		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Transporte y almacenaje</th> <th>Funcionamiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura</td> <td>- 25 °C hasta + 55 °C</td> <td>+ 5 °C hasta +40 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad</td> <td>seco, bajo techo</td> <td>sin equipo de rociar</td> </tr> <tr> <td>Lugar de almacenaje / de emplazamiento</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Observar las advertencias de transporte en el embalaje • no tirar, • transportar posiblemente sin vibraciones </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • sin polvo, • horizontal, • suelo sólido. </td> </tr> </tbody> </table>			Transporte y almacenaje	Funcionamiento	Temperatura	- 25 °C hasta + 55 °C	+ 5 °C hasta +40 °C	Humedad	seco, bajo techo	sin equipo de rociar	Lugar de almacenaje / de emplazamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Observar las advertencias de transporte en el embalaje • no tirar, • transportar posiblemente sin vibraciones 	<ul style="list-style-type: none"> • sin polvo, • horizontal, • suelo sólido.
	Transporte y almacenaje	Funcionamiento													
Temperatura	- 25 °C hasta + 55 °C	+ 5 °C hasta +40 °C													
Humedad	seco, bajo techo	sin equipo de rociar													
Lugar de almacenaje / de emplazamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Observar las advertencias de transporte en el embalaje • no tirar, • transportar posiblemente sin vibraciones 	<ul style="list-style-type: none"> • sin polvo, • horizontal, • suelo sólido. 													
Electricidad		Carga ambiental													
Tensión	230 V, 50 Hz, 3 ~ / N / PE	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Transporte y almacenaje</th> <th>Funcionamiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ruido</td> <td>--</td> <td>70 dB(A)</td> </tr> </tbody> </table>			Transporte y almacenaje	Funcionamiento	Ruido	--	70 dB(A)						
	Transporte y almacenaje	Funcionamiento													
Ruido	--	70 dB(A)													
Corriente nominal	3,0 A														
Fusible	10 A														
Longitud cable de conexión, indicaciones aprox.	3,5 m con ficha 16 A CEE														
Neumático															
Presión	6 bar ± 1 bar														
Temperatura del aire	+ 10 °C hasta +40 °C														
Calidad	seco, sin aceite y filtrado														

Fuente: Pago etikettiersysteme GmbH.

4.2.2 Condiciones para puesta en marcha.

- Encender la maquina desde la parte inferior.

Figura 33 Energización y apertura paso de aire maquina etiquetadora Pago.



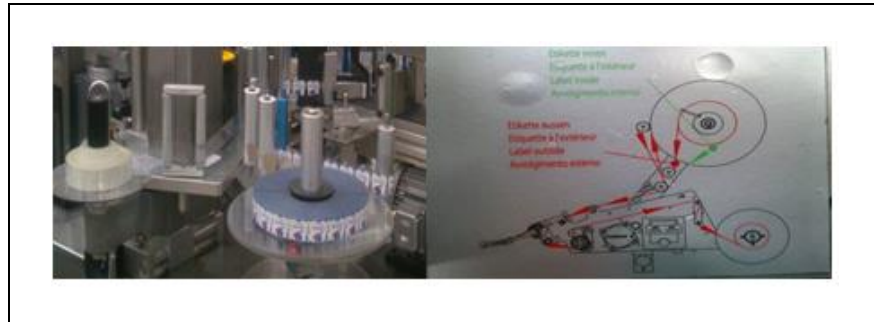
- Confirmar que formato o producto se va a trabajar y verificar que este programado correctamente en los pagomat, de no ser así proceder a cambiarlo para lo cual se ubica el formato en la pantalla del pagomat girando la perilla, se oprime ENTER, Girar la perilla y buscar el formato o producto que necesitamos y lo seleccionamos con la tecla ENTER.

Figura 34. Selección Formatos en Pagomat.



- Instalar los rollos de etiquetas (delantera y trasera)

Figura 35. Instalación rollos de etiquetas.



- Validar medidas de los ajustes mecánicos según corresponda el formato o producto. **Anexo C.**

Figura 36. Ajustes mecánicos etiquetadora Pago.



- Confirmar mensajes de fallos en el pupitre de mando oprimiendo la tecla “ACK”.
- Encender los accionamientos de la maquina Con la tecla “F1”, se activaran las bandas superior e inferior. Si es necesario detener el funcionamiento de la maquina se oprime la tecla “F2”.

- Liberar la alimentación del producto oprimiendo la tecla “F3”, con esta misma se Detiene la alimentación.

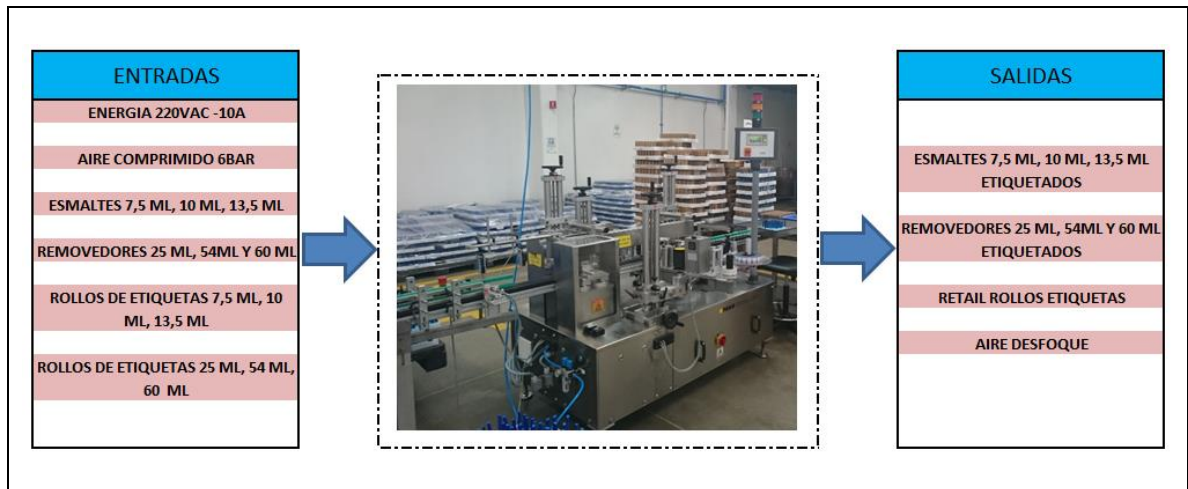
Figura 37. Panel de Control etiquetadora pago.



- Realice pruebas de control de etiquetado donde debe verificar Posición correcta de la etiqueta sobre el producto y Etiqueta nítidamente adherida.
- Inicie proceso de etiquetado.

4.2.3 Diagrama entradas y salidas Etiquetadora Pago.

Figura 38. Esquema entradas y salidas etiquetadora Pago.



4.2.4 Taxonomía y funcionamiento Etiquetadora Pago. Actualmente la maquina opera dos turnos de 8 horas de lunes a sábado, es decir en promedio mensual trabaja 364 horas. Tiempo durante el cual se realiza en promedio 4 cambios de presentación o formato según Tabla 22 y se realizan en promedio 45

cambios de rollos de etiqueta según tono a etiquetar para un total de un millón doscientos mil unidades etiquetadas.

Figura 39. Taxonomía Etiquetadora Pago.

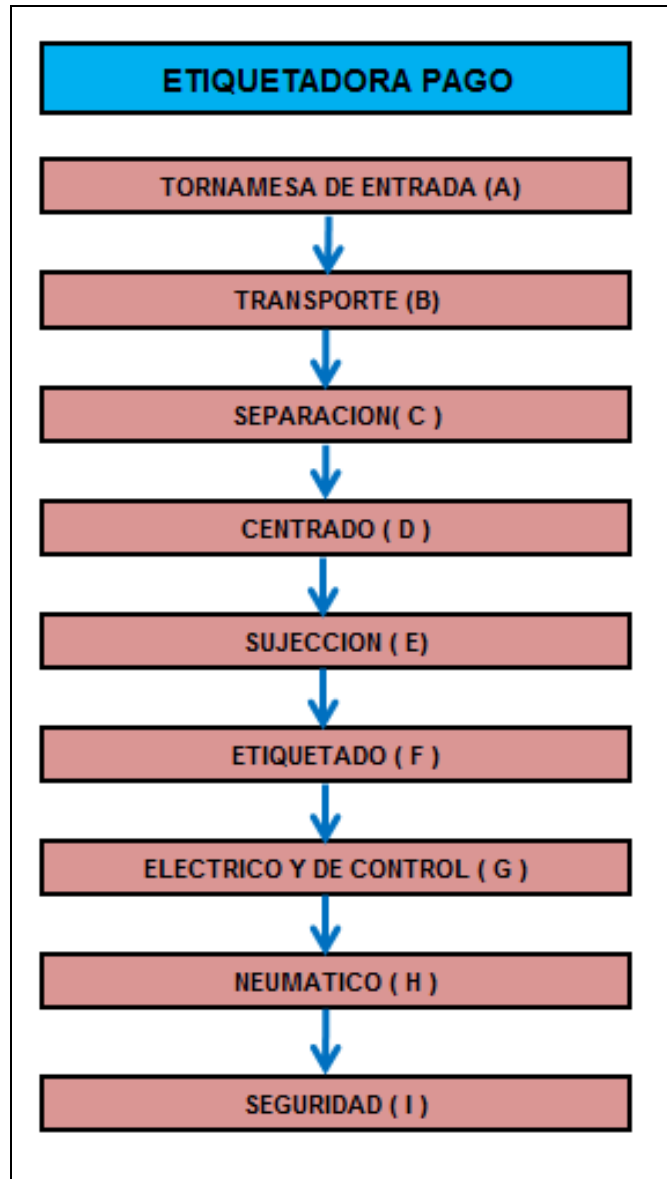
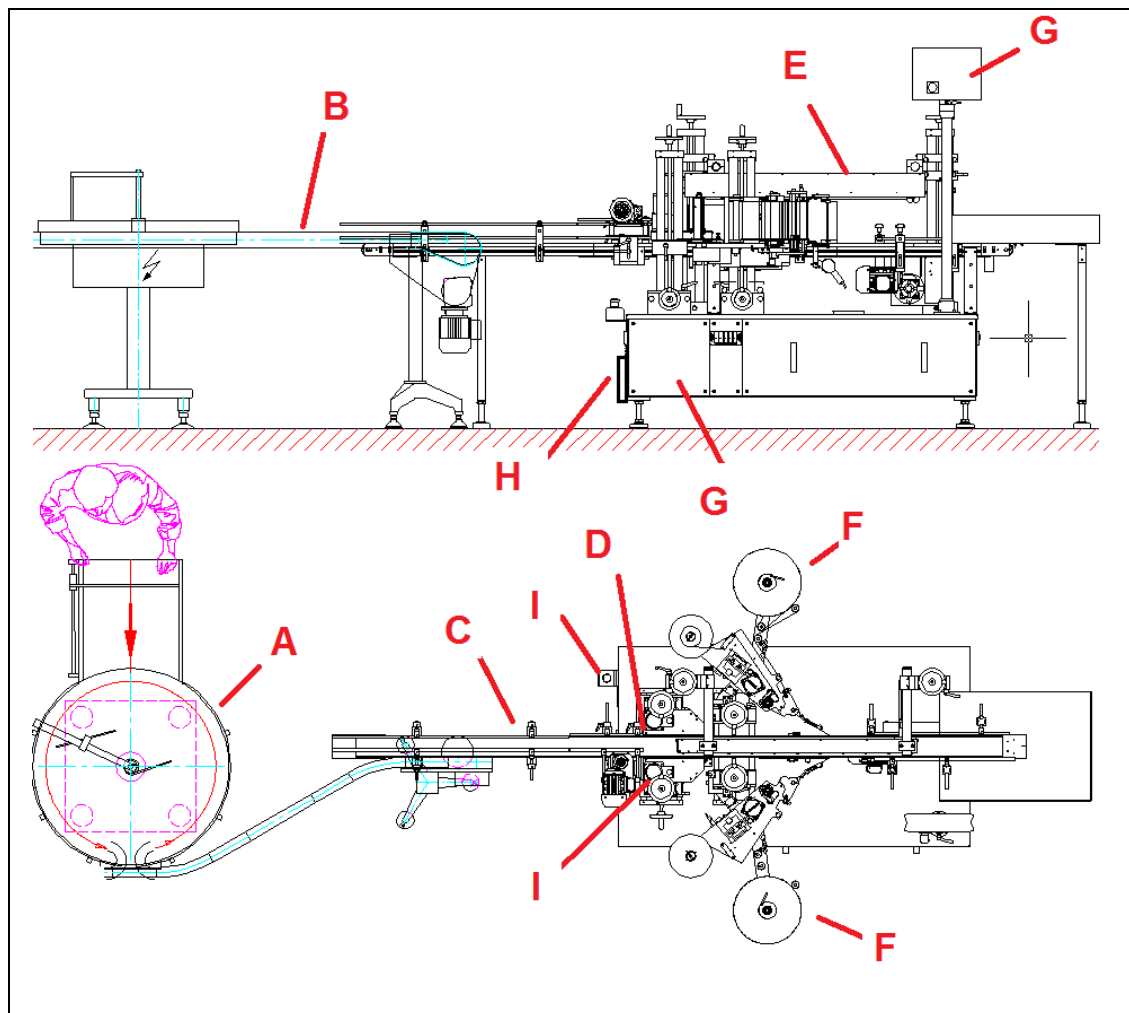


Figura 40. Esquema Taxonomía Etiquetadora Pago.



4.2.4.1 Tornamesa de entrada (A). El Tornamesa de entrada consta de una superficie, la cual gira lentamente por el accionamiento de un motor que transfiere el movimiento a través de una transmisión de poleas y engranaje de tornillo sin fin.

La superficie giratoria sirve para recoger los frascos de esmaltes y entregarlos uno a uno a través de unas guías clasificadoras a la banda transportadora.

4.2.4.2 Transporte (B). Está constituido por una Banda transportadora continua encargada de recibir el frasco del tornamesa de entrada y llevarlo a través de las diferentes estaciones hasta llegar a la zona donde se realiza el etiquetado.

Su accionamiento se realiza a través de un motor eléctrico, reductor y transmisión de polea.

4.2.4.3 Separación (C). Cuando el frasco de esmalte se encuentra sobre la banda, uno detrás de otro, la primera estación a la que este llega, es al de separación, cuya función es generar un distanciamiento necesario entre frasco y frasco; Esto se logra a través de un mecanismo conformado por un cilindro neumático que se encuentra en estado de reposo en su posición trasera, seguido de un sensor fotoeléctrico de barrera, de manera que cuando el primer frasco viene, este pasa frente al cilindro neumático el cual no se acciona, luego pasa frente al sensor de barrera el cual detecta la tapa, enviando un señal la cual acciona el cilindro neumático que detiene el frasco siguiente por un tiempo de 0,4 segundos, según se haya configurado la velocidad de la máquina, y así sucesivamente frascos tras frasco.

4.2.4.4 Centrado (D). Una vez el frasco se encuentra distanciado uno detrás de otro, gracias a la estación de separación, este continua su paso sobre la banda transportadora la cual traslada el frasco a través de un segundo sensor fotoeléctrico de barrera que lo detecta y envía la señal de accionamiento a la estación de centrado cuya función es centrar, enderezar y posicionar el frasco de esmalte correctamente una vez este pase por ahí. Esta función es importante pues garantizara que todos los frascos queden en la misma posición para cuando se realice el etiquetado.

La estación de centrado consiste de dos mordazas con la forma del frasco según formato que se esté trabajando, su accionamiento se realiza a través de un servo motor acoplado a un reductor de velocidad el cual por medio de una transmisión de poleas entrega el movimiento a los centradores.

4.2.4.5 Sujeción (E). Una vez el frasco se encuentra completamente centrado, enderezado y con la posición correcta, este continua su camino sobre la banda transportadora, pero para evitar este pierda la posición debido al movimiento, una banda superior sincronizada en velocidad con la banda de transporte principal ejerce una presión sobre la tapa del frasco y así se garantiza la posición no se altere antes y durante el etiquetado.

La banda superior es accionada por un mecanismo servo controlado.

4.2.4.6 Etiquetado (F). En su camino, el frasco ya centrado y con la posición asegurada, este continúa su camino sobre la banda transportadora donde un tercer sensor fotoeléctrico de barrera lo detecta a la altura de la tapa, enviando la señal a los cabezales para dispensar la etiqueta justamente cuando el frasco llegue al punto de aplicación.

Los cabezales de etiquetado dispensan la etiqueta a través de un mecanismo servo controlado, sincronizado con las señales de un sensor óptico u ultrasónico según tipo de etiqueta.

4.2.4.7 Eléctrico y de control (G). Contempla los elementos eléctricos y electrónicos destinados a protección, medida, control y accionamiento de la maquina así como también la interacción y comunicación con el operario a través de un panel de mando el cual permite:

- Ingresar Tipo de Usuario.
- Seleccionar formatos a Trabajar.
- Modificar algunos parámetros de funcionamiento
- Visualizar mensajes de alarma.
- Crear nuevos formatos o presentaciones.

4.2.4.8 Neumático (H). El sistema neumático es el que por medio de señales del PIC hacia la electroválvula, permite el paso de aire comprimido al cilindro neumático que conforma la estación de separación de frascos.

4.2.4.9 Seguridad (I). La etiquetadora pago cuenta con un paro de emergencia, el cual tras presionarlo para la máquina, e inhabilita completamente todas sus funciones. Así mismo en la estación de centrado cuenta con un par de guardas que aíslan a los centradores completamente y en caso de levantar cualquiera de los dos guardas, se para inmediatamente la maquina e inhabilita completamente todas sus funciones.

4.2.5 Estado de mantenimiento actual Etiquetadora Pago. La etiquetadora Pago tiene un programa de mantenimiento que se realiza mensualmente, el cual contempla 41 instrucciones a ejecutar, con un tiempo estimado de 8 horas llevado a cabo por un técnico electromecánico y un técnico auxiliar.

También se identificó 5 rutinas de inspección, que se realizan diariamente por un técnico Auxiliar.

4.2.5.1 Gastos de mantenimiento etiquetadora Pago.

Tabla 23. Gastos mantenimiento Etiquetadora Pago.

\$ PAGO 2015			
MES	PREVENTIVO	CORRECTIVO	TOTAL
1	\$ 569.442	\$ 695.984	\$ 1.265.426
2	\$ 1.979.687	\$ 2.419.617	\$ 4.399.303
3	\$ 406.559	\$ 496.905	\$ 903.465

4	\$ 285.932	\$ 349.472	\$ 635.404
5	\$ 765.167	\$ 935.205	\$ 1.700.372
6	\$ 425.137	\$ 519.612	\$ 944.750
7	\$ 399.366	\$ 488.115	\$ 887.481
8	\$ 1.086.665	\$ 1.328.147	\$ 2.414.812
9	\$ 202.076	\$ 246.982	\$ 449.058
10	\$ 468.114	\$ 572.140	\$ 1.040.254
11	\$ 2.345.580	\$ 2.866.821	\$ 5.212.401
12	\$ 2.654.788	\$ 3.244.740	\$ 5.899.528
TOTAL	\$ 11.588.514	\$ 14.163.740	\$ 25.752.254
%	45%	55%	100%

4.2.5.2 Indicadores de mantenimiento etiquetadora Pago.

Tabla 24. Indicadores mantenimiento etiquetadora Pago.

INDICADORES PAGO AÑO 2015													
DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
DISP (%)	96,1	95,4	93,3	92,7	94,1	95,6	97,9	93,2	91,8	97,1	93,3	93,2	94,5
MTBF (Hrs)	26,9	16,7	10,9	12,9	14,4	13,9	23,0	9,6	10,9	24,8	11,8	10,9	14,2
MTTR (Min)	65,9	48,5	46,7	60,7	54,1	38,6	30,1	42,2	58,6	44,6	50,6	48,2	49,1

5 APLICACIÓN DEL RCM A LAS MAQUINAS CRITICAS.

Con la información de los capítulos anteriores se procede a establecer la metodología en las maquinas críticas identificadas, Envasadora Groninger y Etiquetadora Pago, para lo cual en primera medida se conformó un equipo multidisciplinario a quienes se le explico el objetivo y justificación, Así como también se les capacito en la metodología del RCM y sus beneficios.

Tabla 25. Grupo de Multidisciplinario implementación RCM.

ITEM	DESCRIPCION	J. MTTO	J. ACON	A. MTTO	T. MTTO	OP-GR	OP-PG
1	IDENTIFICACION DE LAS FUNCIONES Y ESTANDARES DE FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS CRITICOS	X	X	X	X	X	X
2	ELABORACION Y ANALISI DE LOS MODOS DE FALLA Y EFECTOS	X	X	X	X	X	X
3	IDENTIFICACION DE LAS CONCECUENCIAS DE LAS FALLAS	X	X	X	X	X	X
4	ESTABLECER LAS INSTRUCCIONES Y FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LOS EQUIPOS.	X	X	X	X	X	X
5	REALIZAR REPORTE DE INDICADORES DE GESTIÓN CUMPLIDOS Y RESULTADOS OBTENIDOS DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE AÑO 2016	X		X			
6	ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO FINAL	X					
CONVENCION							
J.MTTO= JEFE DE MANTENIMIENTO							
J.ACON= JEFE DE ACONDICIONAMIENTO							
A.MTTO= ASISTENTE DE MANTENIMIENTO							
T.MTTO= TECNICOS DE MANTENIMIENTO							
OP-GR= OPERARIOS MAQUINA GRONINGER							
OP-PG= OPERARIOS MAQUINA GRONINGER							

5.1 APLICACIÓN DEL RCM A ENVASADORA GRONINGER.

5.1.1 Definición de funciones y fallas funcionales. En la siguiente tabla se visualiza el consolidado de funciones de cada uno de los elementos que conforman la máquina. El detalle se visualiza en el Anexo D.

Tabla 26. Funciones Maquina Groninger.

MAQUINA: ENVASADORA GRONINGER. COD: 20000071		
FUNCION: LLENAR, PINCELAR Y TAPAR ESMALTES PARA UÑAS EN PRESENTACIONES DE 7,5ML, 10 ML Y 13,5 ML		
ELEMENTO EN ESTUDIO	FUNCIONES SERIALES O INDEPENDIENTES	COD. FUN
TORNAMESA ENTRADA (A)	Entregar uno a uno frascos 7,5ml, 10ml y 13,5 ml a la banda transportadora	F1
TRANSPORTE (B)	Trasladar frascos 7,5ml, 10ml y 13,5 ml hacia el interior y fuera de la maquina	F2
	Trasladar frascos 7,5ml, 10ml y 13,5 ml por cada una de las estaciones de acondicionamiento	F3
	Proteger Servomotor contra Sobrecargas	F4
P. Y CONTROL DE CUELLO (C)	Detectar Presencia de Frasco	F5
	Detectar cuello Frasco Obstruido.	F6
LLENADO (D)	Llenar frascos con esmaltes para uñas según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	F7
	Nivelar Ópticamente frascos con esmaltes para uñas según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	F8
PINCEL (E)	Colocar Pincel según Presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	F9
PRE-ROSCADO (F)	Pre roscar tapa en el frasco según Presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	F10
ROSCADO (G)	Roscar tapa en el frasco según Presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	F11
	Sensar altura frasco, llenado, pincelado y tapado tiene altura correcta según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	F12
ELECTRICO (H)	Suministro energía eléctrica y señales de control a las diferentes estaciones	F13
NEUMATICO (I)	Suministrar aire comprimido a cada uno de los cilindros neumáticos de la maquina con una presión de 6 Bar	F14
SEGURIDAD (J)	Parar la máquina y todas sus funciones de manera inmediata	F15

Tabla 27. Fallas funcionales maquina Groninger.

MAQUINA: ENVASADORA GRONINGER		COD: 20000071
FALLA FUNCIONAL: NO LLENAR, NI PINCELAR NI TAPAR ESMALTES PARA UÑAS EN PRESENTACIONES DE 7,5ML, 10 ML Y 13,5 ML		
CODIGO FUNCION	FALLA FUNCIONAL	COD. FALLA FUNCIONAL
F1	No entregar uno a uno frascos 7,5ml, 10ml y 13,5 ml a la banda transportadora	FF1
F2	No traslada frascos 7,5ml, 10ml y 13,5 ml hacia el interior y fuera de la maquina	FF2
F3	No traslada frascos 7,5ml, 10ml y 13,5 ml por cada una de las estaciones de acondicionamiento	FF3
F4	No protege Servomotor contra Sobrecargas	FF4
F5	No detecta Presencia de Frasco	FF5
F6	No detecta cuello Frasco Obstruido.	FF6
F7	No llena frascos con esmaltes para uñas según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	FF7
F8	No nivela Ópticamente frascos con esmaltes para uñas según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	FF8
F9	No coloca Pincel según Presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	FF9
F10	No perezca tapa en el frasco según Presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	FF10
F11	No roscar tapa en el frasco según Presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	FF11
F12	No Censa altura frasco, llenado, pincelado y tapado tiene altura correcta según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	FF12
F13	No suministra energía eléctrica y señales de control a las diferentes estaciones	FF13
F14	No suministra aire comprimido a cada uno de los cilindros neumáticos de la maquina con una presión de 6 Bar	FF14
F15	No para la máquina y todas sus funciones de manera inmediata	FF15

5.1.2 Desarrollo análisis de modos de falla y sus efectos. Esta sección se realizó basada en la experiencia y conocimiento técnico del grupo multidisciplinario, histórico de paradas de las máquinas, registros de fallas, manual y retroalimentación por parte del fabricante.

Se identificaron para los elementos de estudio en total 79 modos de falla y sus efectos cuyo análisis de estudio se encuentran en el **Anexo E** y a modo de ejemplo se muestra a continuación el desarrollo del análisis de modo y efecto de falla para la Función 1 (F1) donde también definimos si la falla es oculta o no.

Tabla 28. Modos y Efectos de Falla Función 1 Máquina Groninger.

Cód. Fun.	Cód. FF	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA
F1	FF1	MF1	Motor 0,25 KW-220V-1395RPM no gira	El tornamesa no gira Se debe parar la maquina 24 horas, se requiere enviar el motor a reparar, el costo por mantenimiento seria \$1.000.000.	NO
F1	FF1	MF2	Correas del sistema de Transmisión se deslizan sobre las poleas	El tornamesa gira intermitente y con sobresaltos. Se debe parar la maquina 1 hora, se requiere tensionar la correas en V , Tiempo de mantenimiento 1 hora	NO
F1	FF1	MF3	Motor Reductor 88843 SG25 15:1 150 NCM no gira	El orientador no gira Se debe parar la maquina 24 horas, se requiere enviar el motor a reparar, el costo por mtto seria \$1.000.000.	NO
F1	FF1	MF4	Rueda de orientación desgastada	El orientador no arrastra el frasco hacia la banda transportadora; Se debe cambiar caucho del orientador, el costo por mtto seria \$100.000. Tiempo de cambio 30 min	NO

5.1.3 Desarrollo análisis de riesgos y tipo de decisión. Con el grupo multidisciplinario se establece una matriz de riesgos enfocada en consecuencias de impacto en Seguridad, Ambientales, Costos (Mantenimiento + No Producción), Producción y calidad. Esta se puede visualizar en el Anexo F.

La matriz nos permitirá determinar el nivel de criticidad para cada modo de falla y sus efectos, en caso de presentarse. Seguidamente se procede a determinar el tipo de decisión de mantenimiento más adecuado para atacar los modos de falla y

así evitar se presente la falla funcional. El desarrollo completo se puede visualizar en el **Anexo E**.

A modo de ejemplo se indicara el nivel de criticidad para los modos de falla y tipos de mantenimiento determinados para la función (F1), de la maquina Groninger.

Tabla 29 Análisis de riesgos y Tipo de decisión Función (1) maquina Groninger.

Cód. Func.	Cód. FF	Cód. MF	FALLA OCULTA	R. Amb	R. Seg	R. Cos	R. Pro	R. Cal	\$ R. Eco (Mil)	TIPO DE DECISIÓN
F1	FF1	MF1	NO	A1	B4	B8	B10	A1	432	Monitoreo de Condición
F1	FF1	MF2	NO	A1	B4	C3	D4	A1	18	Monitoreo de Condición
F1	FF1	MF3	SI	A1	B4	B8	B10	A1	432	Monitoreo de Condición
F1	FF1	MF4	NO	A1	B4	E10	E15	A1	9	Monitoreo de Condición

5.2 APLICACIÓN DEL RCM ETIQUETADORA PAGO.

5.2.1 Definición de funciones y fallas funcionales. En la siguiente tabla se visualiza el consolidado de funciones de cada uno de los elementos que conforman la máquina. El detalle completo se visualiza en el Anexo G.

Tabla 30. Funciones Etiquetadora Pago.

MAQUINA: ETIQUETADORA PAGO		COD: 20000049
FUNCION: ETIQUETAR ESMALTES PARA UÑAS EN PRESENTACIONES DE 7,5ML, 10 ML Y 13,5 ML, 25 ML, 54ML Y 60 ML		
ELEMENTO EN ESTUDIO	FUNCIONES SERIALES O INDEPENDIENTES	CODIGO FUNCION
TORNAMESA DE ENTRADA (A)	Entregar uno a uno frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml a la banda transportadora	F1
TRANSPORTE (B)	Trasladar frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml hacia el interior y fuera de la maquina	F2
SEPARACION (C)	Separar frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml	F3
CENTRADO (D)	Centrar frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml	F4
SUJECION (E)	Mantener centrado los frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml desde el Centrador hasta el etiquetado	F5
ETIQUETADO (F)	Etiquetar frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml con etiqueta centrada horizontal y vertical	F6
ELECTRICO (G)	Suministro energía eléctrica y señales de control a las diferentes estaciones	F7
NEUMATICO (H)	Suministrar aire comprimido al cilindro neumático de la estación de separación con una presión de 6 Bar	F8
SEGURIDAD (I)	Parar la máquina y todas sus funciones de manera inmediata	F9

Tabla 31. Fallas funcionales Etiquetadora Pago.

MAQUINA: ETIQUETADORA PAGO		COD: 20000049
FALLA FUNCIONAL: NO ETIQUETAR ESMALTES PARA UÑAS EN PRESENTACIONES DE 7,5ML, 10 ML Y 13,5 ML, 25 ML, 54ML Y 60 ML		
CODIGO FUNCION	FALLA FUNCIONAL	COD. FALLA FUNCIONAL
F1	No entregar uno a uno frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml a la banda transportadora	FF1
F2	No trasladar frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml hacia el interior y fuera de la maquina	FF2
F3	No separar frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml	FF3
F4	No centrar frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml	FF4
F5	No mantener centrado los frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml desde el Centrador hasta el etiquetado	FF5
F6	No etiquetar frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml con etiqueta centrada horizontal y vertical	FF6
F7	No suministrar energía eléctrica y señales de control a las diferentes estaciones	FF7
F8	No suministrar aire comprimido al cilindro neumático de la estación de separación con una presión de 6 Bar	FF8
F9	No parar la máquina y todas sus funciones de manera inmediata	FF9

5.2.2 Desarrollo análisis de modos de falla y sus efectos. Esta sección se realizó basada en la experiencia y conocimiento técnico del grupo multidisciplinario, histórico de paradas de las máquinas, registros de fallas, manual y retroalimentación por parte del fabricante.

Se identificaron para los elementos de estudio en total 36 modos de falla y sus efectos cuyo análisis de estudio se encuentran en la hoja de Rcm del **Anexo H** y a modo de ejemplo se muestra a continuación el desarrollo del análisis de modo y efecto de falla para la Función 2 (F2) donde también definimos si la falla es oculta o no.

Tabla 32. Modos y Efectos de Falla Función 2 etiquetadora Pago.

Cód. Func.	Cód. FF	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA
F2	FF2	MF5	Motor reductor ssn40-1uval-063c21 quemado	La banda transportadora no gira. Se debe parar la maquina 24 horas, se requiere enviar el motor a reparar, el costo por mtto seria \$1.000.000 .	NO
F2	FF2	MF6	Correa dentada 25t 10*560 des tensionada en las polea	La banda transportadora no gira Se debe parar la maquina 2 horas, se requiere tensionar la correa o en su defecto cambia la correa, el costo por mtto seria \$1.00.000.	NO
F2	FF2	MF7	Cinta FNI-12E 7430X90/A2002936 desalineada	La banda transportadora genera tambaleo de los frascos a los largo de toda su superficie Se debe parar la maquina 2 horas, se requiere alinear y centrar la cinta, el costo por mtto seria \$500.000.	NO
F2	FF2	MF8	Cinta FNI-12E 7430X90/A2002936 rota	La banda transportadora no gira. Se debe parar la maquina 6 horas, se requiere reemplazar toda la cinta, el costo por mtto seria \$2.000.000.	NO
F2	FF2	MF9	Encoder Coretech AM8192BD01_05 mal posicionado	Banda superior de sujeción no se encuentra sincronizada en velocidad con la banda principal generando tambaleo y caída de los frascos de esmaltes, se debe posicionar el enconder, Tiempo de mantenimiento 30 min costo \$100.000	NO

5.2.3 Desarrollo análisis de riesgos y tipo de decisión. El análisis de basa en la matriz de riesgo del Anexo F.

La matriz nos permitirá determinar el nivel de criticidad para cada modo de falla y sus efectos, en caso de presentarse. Seguidamente se procede a determinar el tipo de decisión de mantenimiento más adecuado para atacar los modos de falla y así evitar se presente la falla funcional. El desarrollo completo se puede visualizar en la hoja de Rcm del **Anexo H**.

A modo de ejemplo se indicara el nivel de criticidad para los modos de falla y tipos de mantenimiento determinados para la función (F2), de la etiquetadora Pago.

Tabla 33. Análisis de riesgos y tipo de decisión Función (2) etiquetadora Pago.

Cód. Func.	Cód. FF	Cód. MF	FALLA OCULTA	R. Amb	R. Seg	R. Cos	R. Pro	R. Cal	\$ R. Eco (Mil)	TIPO DE DECISIÓN
F2	FF2	MF5	NO	A1	B4	B8	B10	A1	864	Monitoreo de Condición
F2	FF2	MF6	NO	A1	B4	B8	B8	A1	72	Monitoreo de Condición
F2	FF2	MF7	NO	A1	B4	B8	B8	A1	72	Monitoreo de Condición
F2	FF2	MF8	NO	A1	B4	B10	B10	A1	216	Monitoreo de Condición
F2	FF2	MF9	NO	A1	B4	D12	D12	A1	18	Mtto Preventivo

6. PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO MAQUINAS CRITICAS Y SUS RESULTADOS.

6.1 PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO MAQUINA GRONINGER.

Se identificaron 79 tareas de mantenimiento clasificadas según tabla 34. El plan de mantenimiento y descripción de tareas completas se puede apreciar en el Anexo I.

Tabla 34. Clasificación tareas de Mantenimiento.

TIPO DE DECISION	FRECUENCIA EN DIAS									TOTAL	% PART	
	DESCRIPCION	30	60	90	120	180	360	720	1080			1800
Cambio cíclico	1	1								9	11	14%
Mantenimiento Preventivo	2	3			1	2					8	10%
Monitoreo de Condición	17	3	4	3	7	9	4	13			60	76%
Cant. Total de Tareas de Mtto	20	7	4	3	8	11	4	13	9	79	100%	

6.1.1 Indicadores mantenimiento Groninger tras implementación. Tras la implementación del modelo propuesto, se realiza medición mensual de los indicadores de mantenimiento, los cuales se visualizan a continuación

Tabla 35. Indicadores mantenimiento maquina Groninger tras implementación.

AÑO 2016				
DESCRIPCION	ENERO	FEBRERO	MARZO	PROMEDIO
DISPONIBILIDAD (DISP) %	96,726	97,838	98,283	97,62
CONFIABILIDAD HORAS (MTBF)	18,75	34,35	44,76	32,62
MANTENIBILIDAD MINUTOS (MTTR)	38,08	45,56	46,92	43,52

Los resultados son notorios al compararse con el año anterior, lográndose, aumentar la confiabilidad (MTBF) de operación de la maquina en 11,35 horas, reducir los tiempos medios para reparar (MTTO) en 19,99 minutos y aumentar la disponibilidad de la maquina en un 2,59% que representa una ganancia de 14,76 horas en las que se podrá acondicionar 53,139 unidades más.

Tabla 36. Indicadores mantenimiento maquina Groninger 2016 Vs 2015.

AÑO 2016 Vs 2015				
DESCRIPCION	2015	2016	VAR	VAR %
DISPONIBILIDAD (DISP) %	95,03	97,62	2,590	2,59%
CONFIABILIDAD HORAS (MTBF)	21,27	32,62	11,352	53%
MANTENIBILIDAD MINUTOS (MTTR)	63,51	43,52	-19,995	-31%

6.1.2 Gastos mantenimiento Groninger tras implementación rcm.

Tabla 37. Gastos Mantenimiento Groninger tras implementación RCM.

\$ GRONINGER			
MES	PREVENTIVO	CORRECTIVO	TOTAL
1	\$ 1.074.100	\$ 697.905	\$ 1.772.004
2	\$ 3.063.698	\$ 1.990.661	\$ 5.054.360
3	\$ 1.273.933	\$ 827.747	\$ 2.101.680
4	\$ 4.554.293	\$ 2.959.186	\$ 7.513.479
TOTAL	\$ 9.966.023	\$ 6.475.500	\$ 16.441.523
PROMEDIO MENSUAL	\$ 2.491.506	\$ 1.618.875	\$ 4.110.381
%	61%	39%	100%

Tabla 38. Gastos Mantenimiento Groninger 2016 VS 2015.

AÑO	2015	2016	VAR 2016 vs 2015	VAR 2016 vs 2015 %
GASTOS MTTTO PROMEDIO MES \$	\$ 6.389.181,69	\$ 4.110.380,76	-\$ 2.278.800,93	-36%

Tabla 39. Proporción Gastos Groninger Preventivo y Correctivo 2016 VS 2015

AÑO	2015	2016	VAR
\$ PREVENTIVO	41%	61%	20%
\$ CORRECTIVO	59%	39%	-20%

Los gastos promedios mensuales de mantenimiento se lograron reducir en un 36% respecto al promedio mensual del año 2015, Así mismo se logró cambiar la proporción del gasto preventivo vs correctivo en un 20% a favor del gasto por mantenimiento preventivo.

6.2 PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO ETIQUETADORA PAGO.

Se identificaron 35 tareas de mantenimiento clasificadas según tabla 34. El plan de mantenimiento y descripción de tareas completas se puede apreciar en el **Anexo J**.

Tabla 40. Clasificación tareas de Mantenimiento propuestas Etiquetadora Pago.

TIPO DE DECISION	FRECUENCIA EN DIAS										TOTAL	% PART	
	DESCRIPCION	30	60	90	120	180	360	720	1084	1800			2160
Cambio cíclico										2	2	4	11%
Monitoreo de Condición	3	4	2	3	1	7	1	2				23	66%
Mtto Preventivo	3	3			1		1					8	23%
Cant. Total de Tareas de Mtto	6	7	2	3	2	7	2	2	2	2	2	35	100%

6.2.1 Indicadores mantenimiento Pago tras implementación rcm. Tras la implementación del modelo propuesto, se realiza medición mensual de los indicadores de mantenimiento, los cuales se visualizan a continuación.

Tabla 41 Indicadores mantenimiento Etiquetadora Pago tras implementación.

AÑO 2016				
DESCRIPCION	ENERO	FEBRERO	MARZO	PROMEDIO
DISPONIBILIDAD (DISP)	97,60	97,34	98,32	97,75
CONFIABILIDAD HORAS (MTBF)	23,42	22,06	30,81	25,43
MANTENIBILIDAD MINUTOS (MTTR)	34,58	36,11	31,58	34,09

Los resultados también fueron notorios en esta máquina al compararse con el año anterior, lográndose, aumentar la confiabilidad (MTBF) de operación de la

maquina en 9,86 horas, reducir los tiempos medios para reparar (MTTO) en 14,98 minutos y aumentar la disponibilidad de la maquina en un 3,28% que representa una ganancia de 11,96 horas en las que se podrá etiquetar 86,147 unidades más.

Tabla 42. Indicadores mantenimiento Etiquetadora Pago 2016 Vs 2015.

AÑO 2016 Vs 2015				
DESCRIPCION	2015	2016	VAR	VAR %
DISPONIBILIDAD (DISP)	94,47	97,75	3,28	3,28%
CONFIABILIDAD HORAS (MTBF)	15,56	25,43	9,86	63%
MANTENIBILIDAD MINUTOS (MTTR)	49,07	34,09	-14,98	-31%

6.2.2 Gastos mantenimiento Pago tras implementación rcm.

Tabla 43. Gastos Mantenimiento Pago tras implementación RCM.

\$ PAGO			
MES	PREVENTIVO	CORRECTIVO	TOTAL
1	\$ 806.839	\$ 254.791	\$ 1.061.630
2	\$ 1.055.634	\$ 333.358	\$ 1.388.992
3	\$ 684.547	\$ 216.173	\$ 900.720
4	\$ 997.220	\$ 314.912	\$ 1.312.132
TOTAL	\$ 3.544.240	\$ 1.119.234	\$ 4.663.474
PROMEDIO MENSUAL	\$ 886.060	\$ 279.808	\$ 1.165.868
%	76%	24%	100%

Tabla 44. Gastos Mantenimiento Pago 2016 VS 2015.

AÑO	2015	2016	VAR 2016 vs 2015	VAR 2016 vs 2015 %
GASTOS MTTO PROMEDIO MES \$	\$ 2.146.021,17	\$ 1.165.868,49	-\$ 980.152,68	-46%

Tabla 45. Proporción Gastos Pago Preventivo y Correctivo 2016 VS 2015

AÑO	2015	2016	VAR
PREVENTIVO	45%	76%	31%
CORRECTIVO	55%	24%	-31%

Los gastos promedios mensuales de mantenimiento se lograron reducir en un 46% respecto al promedio mensual del año 2015, Así mismo se logró cambiar la proporción del gasto preventivo vs correctivo en un 31 % a favor del gasto por mantenimiento preventivo.

7. CONCLUSIONES.

Con el estudio de criticidad, se logró clasificar en tres niveles de criticidad las maquinas del Proceso de Fabricación y de Acondicionamiento, identificando la Envasadora Groninger y la Etiquetadora Pago como las maquinas más críticas (Criticidad A), permitiendo la toma de decisión de donde enfocar los esfuerzos y diferentes estrategias que se deseen adoptar en la compañía, para este caso en particular, la aplicación del Rcm.

Se logró identificar los estándares de funcionamiento de cada uno de los sistemas y componentes que conforman la maquinas en estudio, permitiendo adquirir un gran entendimiento de cada uno de estos, su relación y dependencia entre ellos y entre la función principal de la máquina. Para el caso de la envasadora Groninger se identificó 15 funciones seriales necesarias para lograr la función principal de la máquina de llenar, pincelar y tapar esmaltes para uñas y para el caso de la etiquetadora Pago se identificaron 9 funciones seriales necesarias para lograr la función principal de la máquina de etiquetar esmaltes para uñas.

El análisis de modos y efectos de falla permitió de manera metodológica identificar los diferentes modos que pueden ocasionar se presente la falla funcional, Así mismo a través de la matriz de riesgo se evaluó el nivel de criticidad del efecto generado por el modo de falla, esto desde el punto de vista de seguridad, medio ambiente, costos, producción y calidad. Para el caso de la Envasadora Groninger, se identificaron 79 modos de falla y sus efectos y la Etiquetadora Pago se identificaron 36 modos de falla con sus respectivos efectos.

El uso de la hoja de decisión permitió de manera metodológica establecer el tipo de decisión o tipo de mantenimiento más adecuada para atacar los modos de falla y así evitar se presente las fallas funcionales; Para el caso de la maquina Groninger, el 76% corresponde a monitoreo de condiciones, 14% a cambio cíclicos y un 10 % a Mantenimientos Preventivos. Para el caso de etiquetadora Pago el 66% corresponde a monitoreo de condiciones, 23% a Mantenimientos Preventivos y un 10 % a cambio cíclicos.

La implementación del Rcm arrojó resultados positivos para ambas maquinas; para el caso de la maquina Groninger se incrementó la disponibilidad el primer trimestre de presente año en un 2,59% respecto al año 2015 y para la Etiquetadora Pago en el mismo periodo un 3,28%.

La metodología del Rcm es una grandiosa herramienta para establecer el plan de mantenimiento, sin embargo para lograr mejores resultados en el tiempo, se debe alimentar constantemente en la medida que se vayan identificando modos de falla no contemplados en este estudio inicial.

BIBLIOGRAFIA

BORRAS PINILLA, Carlos. Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2015. 150P.

DIAZ ALONSO, Leonardo Rafael, RUBIO MANGA, Manuel Guillermo, Plan de Mantenimiento centrado en la confiabilidad(RCM) de la empaquetadora automática Wrap de la empresa Alfacer del Caribe S.a, UIS, Trabajo de grado, Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, 2013. 99p.

HUERTAS, Rosendo. El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. Venezuela. [EnLinea] Disponible en: http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gesti%C3%B3n%20mantenimiento_archivos/de%20confiabilidad/ANALISIS%20DE%20CRITICIDAD.pdf. 5p.

MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM II Ed Español. Asheville: Aladon LLC, 2004. 425p.

MORENO ROMERO, Juan Gabriel, Fredy, Metodología para la implementación de un modelo de mantenimiento basado en RCM para los equipos críticos en la empresa Agroindustrial Molino Sonora A.P. S, UIS, Monografía de Grado Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, 2009. 143 p.

SOPORTE & CIA LTDA. Mantenimiento Centrado en confiabilidad RCM Por John Moubray, traducido y adaptado por Carlos Mario Pérez J. [EnLinea] Disponible en: Http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos_rcm_archivos/RCM2%20EXPLICACION.pdf. 22p.


ANEXOS


ANEXO A. CRONOGRAMA ACTUAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

	FORMATO												Código: F-MT-0007
	PROGRAMACION PARADAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO												Versión: 2
	MANTENIMIENTO												Fecha: 2015-10-09
AREA: EMPAQUE_____	AÑO:2016__												
	MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
UNIDAD DE MANTENIMIENTO	ESTRATEGIA MTTO	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA
CODIFICADORA TSC - 20000032	3 MESES			29			27			25			24
CODIFICADORA EMOBINAR CAB A2-0097437 - 20000033	2 MESES	5		5		4		3		1	31		30
CODIFICADORA EMOBINAR CAB A2-0007903 - 20000034	2 MESES	5		5		4		3		1	31		30
CODIFICADORA EMOBINAR CAB A2-0097706 - 20000035	2 MESES	5		5		4		3		1	31		30
COMPRESOR GA30+ VSD40HP - 20000037	2 MESES	6		6		5		4		2		1	31
ETIQUETADORA PAGO 01 - 20000049	MENSUAL	14	13	14	13	13	12	12	11	10	10	9	9
ENVASADORA GRONINGER 01 - 20000071	MENSUAL	14	13	14	13	13	12	12	11	10	10	9	9
TAPADOR NEUMATICO DESOUTERS 01 - 20000115	2 MESES		29		29		28		27		26		25
TAPADOR NEUMATICO DESOUTERS 02 - 20000116	2 MESES	4		4		3		2	31		30		29
TAPADOR NEUMATICO DESOUTERS 03 - 20000117	2 MESES	4		4		3		2	31		30		29
TAPADOR NEUMATICO DESOUTERS 04- 20000118	2 MESES	4		4		3		2	31		30		29
PAGINA 1 DE 18													

	FORMATO												Código: F-MT-0007
	PROGRAMACION PARADAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO												Versión: 2
	MANTENIMIENTO												Fecha: 2015-10-09
AREA:EMPAQUE	AÑO: 2016												
	MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
UNIDAD DE MANTENIMIENTO	ESTRATEGIA MTTO	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA
TOLYAS MANUAL MESAS DE TRABAJO NO.1-16 - 20000310	3 MESES	7			6			5			3		
SILLAS NEUMATICAS PRODUCCION 1-60 20000093	3 MESES	7			6			5			3		
TUNEL TERMOSELLADO ALPHA PACK - 20000472	2 MESES	11		11		10		9		7		6	
LLENADOR NEUMATICO DE REMOVEDOR 01 - 20000537	2 MESES	4		4		3		2	31		30		29
MONTACARGAS CEDI 20000598	MENSUAL	19	18	19	18	18	17	17	16	15	15	14	14
MONTACARGAS ENVASE 20000599	MENSUAL	19	18	19	18	18	17	17	16	15	15	14	14
TAPONADOR NEUMATICO DE REMOVEDOR - 20000539	2 MESES		4		4		3		2		1	30	
LLENADOR NEUMATICO DE REMOVEDOR 02 - 20000573	2 MESES	4		4		3		2	31		30		29
CONTADOR DE ETIQUETAS 20000584	3 MESES		21			21			19			17	
TAPADOR NEUMATICO DESOUTERS 05- 20000610	2 MESES		29		29		28		27		26		25
CODIFICADORA CAB A4 CEDI 20000614	2 MESES	5		5		4		3		1	31		30
TAPADOR NEUMATICO DESOUTERS 06- 20000615	2 MESES	4		4		3		2	31		30		29

PAGINA 2 DE 18

	FORMATO												Código: F-MT-0007
	PROGRAMACION PARADAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO												Versión: 2
	MANTENIMIENTO												Fecha: 2015-10-09
AREA: FABRICACIÓN	AÑO: 2016												
	MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
UNIDAD DE MANTENIMIENTO	ESTRATEGIA MTTO	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA
AGITADOR DE COLOR N°2 - 20000002	4 MESES		12				11				9		
AGITADOR DE COLOR N°3 - 20000003	4 MESES	20				19				16			
AGITADOR DE COLOR N°4 - 20000004	4 MESES	25				24				21			
AGITADOR DE COLOR N°5 - 20000005	4 MESES	30				29				28			
AGITADOR DE LACAS N°1 - 20000006	2 MESES	10		10		9		8		6		5	
AGITADOR DE LACAS N°2 - 20000007	2 MESES	21		21		20		19		17		16	
ASCENSOR CARGA DE 250KG - 20000011	2 MESES		6		6		5		4		3		2
BOMBA NEUMATICA LACAS HUSKY - 20000026	4 MESES	20				19				16			
ELEYADOR CARGA BIG JOE 600 KG - 20000038	3 MESES		20			20			18			16	
ELEYADOR CARGA BIG JOE 700 KG - 20000039	SEMESTRAL	8						6					
COMPRESOR DE AIRE CARSON 10HP - 20000036	2 MESES	20		20		19		18		16		15	
HOMOGENIZADOR GELES - 20000060	3 MESES	21			20			19			17		
REACTOR LABORATORIO DESARROLLO - 20000090	4 MESES			13				11				8	
LINEA REMOVEDOR - 20000091	4 MESES			8				6				3	
REMOVEDOR CUTICULA - 20000092	4 MESES	10				9				6			

	FORMATO											Código: F-MT-0007	
	PROGRAMACION PARADAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO											Versión: 2	
	MANTENIMIENTO											Fecha: 2015-10-09	
AREA: FABRICACIÓN		AÑO: 2016											
MES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
UNIDAD DE MANTENIMIENTO	ESTRATEGIA MTTO	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA
TANQUE ACERO INOX 1000KG T01 - 20000099	SEMESTRAL		3						1				
TANQUE ACERO INOX 1000KG T02 - 20000100	SEMESTRAL		7						5				
TANQUE ACERO INOX 100KG T01 - 20000101	SEMESTRAL			23						19			
TANQUE ACERO INOX 100KG T02 - 20000102	SEMESTRAL			24						20			
TANQUE ACERO INOX 200KG RUEDAS T01 - 20000103	SEMESTRAL					5						1	
TANQUE ACERO INOX 200KG T01 - 20000104	SEMESTRAL			5						1			
TANQUE ACERO INOX 200KG T02 - 20000105	SEMESTRAL			8						4			
TANQUE ACERO INOX 200KG T03 - 20000106	SEMESTRAL			20						16			
TANQUE ACERO INOX 200KG T04 - 20000107	SEMESTRAL			21						17			
TANQUE ACERO INOX 200KG T05 - 20000108	SEMESTRAL			22						18			
TANQUE ACERO INOX 500KG T01 - 20000109	SEMESTRAL		12							10			
TANQUE ACERO INOX 60KG RUEDAS T01 - 20000110	SEMESTRAL					9						5	
TANQUE ACERO INOX DOBLE CAMISA 105KG T01 - 20000111	4 MESES	11				10				7			
TANQUE ACERO INOX DOBLE CAMISA 55KG T01 - 20000112	4 MESES	11				10				7			
TANQUE ACERO INOX DOBLE CAMISA 9KG T01 - 20000113	4 MESES	11				10				7			
TANQUE MOLINO - 20000114	SEMESTRAL				13						10		
BOMBA NEUMATICA HUSKY 1050 - 20000473	4 MESES		25				24				22		
ESTIBADOR ALMACEN 20000600	MENSUAL	19	18	19	18	18	17	17	16	15	15	14	14
ESTIBADOR PRODUCCION 20000601	MENSUAL	19	18	19	18	18	17	17	16	15	15	14	14
INCLINADOR DE TANQUES IBC 200000618	4 MESES							13				10	

ANEXO C. TABLA DE AJUSTES MECANICOS MAQUINA ETIQUETADORA PAGO.

Producto		POS	MASGLO 13,5 ml
Guía empalme bandas A		A	43
Guía empalme bandas B		B	30
Guía empalme bandas C		C	50
Guía empalme bandas D		D	45
Guía lateral derecha entrada	horizontal	1	33
	horizontal	1	33
Guía lateral izquierda entrada	horizontal	2	38
	horizontal	2	38
Sensor separador	horizontal	3	361
Cuña separadora	horizontal	3	33
Sensor alineador	horizontal	4	225
Estación alineación derecha	horizontal	5	39.5
Estación alineación izquierda	horizontal	6	38
PAGOMAT 1 - Programa			2
Velocidad Dispensación etiqueta		m/min	17,8
Posición Etiqueta		+ / -	85,4 (PARAMETRO VARIABLE)
Sensor Pagomat	óptico		X
	ultrasónico		
PAGOMAT 1	vertical	7	12,0 (PARAMETRO VARIABLE)
	horizontal	8	21,0(PARAMETRO VARIABLE)
	inclinación	9	0
	inclinación	10	0
Banda de retención superior	vertical	11	102,1(PARAMETRO VARIABLE)
	vertical	12	100,3(PARAMETRO VARIABLE)
PAGOMAT 2 - Programa			2
Velocidad Dispensación		m/min	18,1
Posición Etiqueta		+ / -	82,1 (PARAMETRO VARIABLE)
Sensor PAGOMat	óptico		X
	ultrasónico		

ANEXO D. DEFINICION FUNCIONES ENVASADORA GRONINGER.

ELEMENTO DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ELEMENTO	CONDICIONES OPERACIONALES	INTERFASES (IN / OUT)	Cód. Fun.	FUNCIONES
TORNAMESA DE ENTRADA(A)	Motor 0,25 kw-220v-1395rpm	Alimentacion frascos 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml al tornamesa de manera manual	Entra y sale señal eléctrica de energización Motor 0,25 kw-220v-1395rpm y y Motoreductor dc 88843 sg25 15:1 150 ncm .	F1	Entregar uno a uno frascos 7,5ml, 10ml y 13,5 ml a la banda transportadora
	Reductor 100:1	3 Turnos X 8 Horas X 24 Dias			
	Transmision polea correa dentada 2" * 5"	Energización Motor 0,25 kw-220v-1395rpm y Motoreductor dc 88843 sg25 15:1 150 ncm por señales sensores de barrera fotoelectronico de nivel minimo y maximo de frasco sobre la banda de ttransporte	Entra y sale Frasco 7,5 ml, 10 ml, 13,5 ml		
	Motoreductor dc 88843 sg25 15:1 150 ncm				
	Transmision piñon cadena				
	Rueda de orientacion 3/4"	Cambio manual de Guias de Orientacion según presentacion o fromato frasco a trabajar: 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	Señal parada de emergencia		
	Guias Orientacion 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml				
	Superficie Tornamesa 50"				

TRANSPORTE(B)	Motor 0,37kw- 220v- 1700rpm	Energización Motor 0,37kw- 220v- 1700rpm Y Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm desde panel de mando 3 Turnos X 8 Horas X 24 Dias Ajuste Velocidad banda desde panel de mando al 38%, es decir a 134,5 RPM <u>Accionamiento manual parada de emergencia</u> Parada Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm por señal	Entra Frasco 7,5 ml, 10 ml, 13,5 ml	F2	Trasladar frascos 7,5ml, 10ml y 13,5 ml hacia el interior y fuera de la maquina	
	Reductor sew 60045342 ver02 62 8		Sale Frasco 7,5 ml, 10 ml, 13,5 ml Acondicionado			
	transmision piñon cadena 4" 1:1			Entra y sale señal eléctrica de energización motores	F3	Trasladar frascos 7,5ml, 10ml y 13,5 ml por cada una de las estaciones de acondicionamiento
	Cadena de hojas bisagra			Señal parada de emergencia		
	Sensores de Barrera FotoElectricos Prk 3B/6D.421-58.31 ennz			Señal parada Mando de Control		
	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm			Sale Señal Sensorres de Barrera Fotoelectricos	F4	Proteger Servomotor contra Sobrecargas
	Engranage planetario			Entra Sobrecargas Mecanicas y Sale Señal parada por Sobrecarga Estrella		
Acoplamiento de seguridad						
PRESENCIA Y CONTROL DE CUELLO (C)	Soporte con manivela	Inicio de Ciclo por accionamiento Manual desde Panel de Mando	Entra y Sale Aire Comprimido	F5	Detectar Presencia de Frasco	
	Cilindro neumatico ref. 5958930201	Accionamiento manual parada de emergencia	Sale Señales Sensores inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g	F6	Detectar cuello Frasco Obstruido.	
	Resorte tension ref. 3429040000 6 mm * 20 mm	3 Turnos X 8 Horas X 24 Dias				
	Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g	Sensado de 60 piezas por minuto				
	Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g	Ajuste Mecanico manual de Altura Según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml				
	Pieza de obturacion					

LLENADO (D)	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm	Inicio de Ciclo por señal sensor Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g de la estacion de Control de Presencia y Control de Cuello	Entra señal sensor Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g de la estacion de Control de Presencia y Control de Cuello	F7	Llenar frascos con esmaltes para uñas según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml
	Reductor 5666590101			F8	Nivelar Ópticamente frascos con esmaltes para uñas según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml
	Leva	Activacion y Desactivacion Manual desde panel de Mando			
	Rotula o barra articulada 3933260000				
	Guia	Ajuste manual de volumenes según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	Entra y sale Esmalte para uñas		
	Soporte bombas				
	Bomba 1 26 ml	Cambio manual de Bombas según tono	Entra y Sale Señal Activacion y Desactivacion bombas I desde panel de Mando		
	Bomba 2 6 ml				
	Acople bombas	3 Turnos X 8 Horas X 24 Dias	Entra y sale señal eléctrica de energización motor		
	Transmision por engranages				
	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm	Llenado de 60 piezas por minuto según presentacion 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	Señal parada de emergencia		
	Acople de fuelle metalico				
	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm		Generación de vapores		
	Reductor o engranage planetario				
	Leva				
	Guia				
	Rotula o barra articulada 245030000				
	Resortes de tension m8*25mm				
	Soporte agujas				
	Agujas				
Mangueras de Teflon entrada 1/2"X5/8" y 3/8" X 1/2" y salida bombas de 1/4" X 5/16"					

PINCEL (E)	Tolva transportadora por vibracion	Inicio de Ciclo por señal sensor Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g de la estacion de Control de Presencia y Control de Cuello	Entra señal sensor Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g de la estacion de Control de Presencia y Control de Cuello	F9	Colocar Pincel según Presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml
	Riel vibratorio				
	Caja pincel	Activacion y Desactivacion Manual desde panel de Mando			
	Cilindro neumatico ref. 608734000		Entra y sale Pinceles		
	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm	3 Turnos X 8 Horas X 24 Dias	Entra y Sale Señal Activacion y Desactivacion Estacion desde panel de Mando		
	Engranage planetario 5666640201				
	Leva	Pincelado de 60 piezas por minuto según presentacion 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	Entra y sale señal eléctrica de energización motor		
	Rotula o barra articulada				
	Guia	Alimentacion manual Pinceles presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml a la tolva Transportadora	Sale Señal sensor Sensor Pepperl+Fuchs Tipo GI30-IR		
	Soporte cilindro		Entra y Sale Aire Comprimido		
	Cilindro 6394700000	Ajustes de Porcentaje de Vibracion tolva al 10% y Ajuste porcentaje de Vibracion Riel al 80%	Señal parada de emergencia		
	Sensor Pepperl+Fuchs Tipo GI30-IR				

	Tolva transportadora por vibracion	Inicio de Ciclo por señal sensor Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g de la estacion de Control de Presencia y Control de Cuello y por señal sensor Sensor Pepperl+Fuchs Tipo GI30-IR de la estacion de pincel	Entra señal sensor Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g de la estacion de Control de Presencia y Control de Cuello	F10	Preroscar tapa en el frasco según Presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml		
	Riel vibratorio						
	Caja tapa						
	Cilindro 5809760001						
	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm					Activacion y Desactivacion Manual Estacion desde panel de Mando	Entra y sale l apas segun presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml
	Reductor o engranage planetario					3 Turnos X 8 Horas X 24 Dias	Entra Frascos llenos y pincelados según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml
	Leva						
	Rotula o barra articulada						
	Cilindro 6394700000					Preroscado de 60 piezas por minuto según presentacion	Sale Frascos llenos, pincelados y Preroscados según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml
Guia							
PRE-ROSCADO (F)	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm	Alimentacion manual Tapa presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml a la tolva Transportadora	Entra y Sale Señal Activacion y Desactivacion Estacion desde panel de Mando				
	Reductor o engranage planetario	Ajustes de torque 90Ncm desde panel de control	Entra y sale señal eléctrica de energización motor				
	Leva						
	Guia						
	Guia circular	Velocidad de Giro Cabezal 300RPM	Entra Señal sensor Sensor Pepperl+Fuchs Tipo GI30-IR				
	Servomotor d-71642 j12-0060-08-4rvs-ae1 320 vdc 6000rpm	Entra y Sale Aire Comprimido					
	Transmision engranaje recto						
	cabezal						
	Cilindro neumatico 355011001						
	Eje de bronce y punta		Señal parada de emergencia				

ROSCADO (G)	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm	Inicio de Ciclo por señal sensor Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g de la estacion de Control de Presencia y Control de Cuello y por señal sensor Sensor Pepperl+Fuchs Tipo GI30-IR de la estacion de pincel	Entra señal sensor Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g de la estacion de Control de Presencia y	F11	Roscar tapa en el frasco según Presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml
	Reductor o engranage planetario				
	Leva				
	Guia	Activacion y Desactivacion Manual Estacion desde panel de Mando	Entra y sale señal eléctrica de energización motores		
	Rotula o barra articulada	3 Turnos X 8 Horas X 24 Dias			
	Servomotor d-/1642 j12-0060-08-4rvs-ae1 320 vdc 6000rpm	Roscado de 60 piezas por minuto según presentacion	Entra Señal sensor Sensor Pepperl+Fuchs Tipo GI30-IR		
	Transmision engranaje recto				
	Cabezal	Ajustes de torque 90Ncm desde panel de control	Sale Frascos llenos, pincelados y roscados según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml		
	Cilindro neumatico 355011001				
	Eje de bronce y punta	Velocidad de Giro Cabezal 300RPM	Entra y Sale Aire Comprimido		
Cilindro 6394700000		Señal parada de emergencia			
Soporte con manivela	Inicio de Ciclo por señal sensor Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g de la estacion de Control de Presencia y Control de Cuello y por señal sensor Sensor Pepperl+Fuchs Tipo GI30-IR de la estacion de pincel	Entra y Sale Aire Comprimido	F12	Sensor altura frasco, llenado, pincelado y tapado tiene altura correcta según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml	
Cilindro neumatico ref. 5958930201		Sale Frascos llenos, pincelados y roscados OK según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml			
Sensor Pepperl+Fuchs Tipo GI30-IR					
Resorte de presion 3671070600	3 Turnos X 8 Horas X 24 Dias	Sale Frascos llenos, pincelados y roscados OK según presentaciones 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml			
Cilindro neumatico 2680790100	Ajuste manual inicial de altura de la estacion Control de altura				
Cilindro neumatico 6342010200	Control Altura frascos 60 piezas por minuto según presentacion	Sale señal Sensor Pepper +fuch			

ELECTRICO (H)	Totalizador 3X40 Amp Luminex	220 VAC-3F-N-T	Entrada y salida de señales electricas y de control	F13	Suministro energia electrica y señales de control a las diferentes estaciones
	Switch de encendido Maquina	3 Turnos X 8 Horas X 24 Dias			
	Plc Siemens Simotion D	Energizacion manual			
	Variador de Velocidad Danfoss VLT2800				
	Bloque de Contactores				
NEUMATICO (I)	Unidad de Mantenimiento de 1/2"	Paso de aire al sistema neumatico de la maquina por accionamiento manual valvula de la unidad de mantenimiento	Entra señales distintos sensores según estacion	F14	Suministrar aire comprimido a cada uno de los cilindros neumaticos de la maquina con una presion de 6 Bar
	Bloque de 8 Electrovalvulas 5 / 2-1/8"		Entrada y salida de Aire a 6 bar		
	Electrovalvulas 3/2 -1/8"	3 Turnos X 8 Horas X 24 Dias	Sale señal presion sistema neumatico		
	Reguladores de Caudal con antiretorno				
	Reguladores de Presion 6 bar	Accionamiento ElectroValvulas por señales diferentes sensores y panel de mando			
	Valvulas Purgas Rapidas SE 1/8"				
	Separador Ciclon vaf-pk6	Regulacion manual de la presion requerida 6Bar			
	Mangueras Neumaticas No. 6				
	Racores Rapidos No. 6				
SEGURIDAD (J)	Paro de emergencia	Accionamiento manual	Entra accionamientos manuales	F15	Parar la maquina y todas sus funciones de manera inmediata
	Cabina	Apertura y cierre compuertas cabina de manera manual	Sales señales electricas		
	Switches de Contacto				

ANEXO E. HOJA DE RCM MAQUINA GRONINGER.

Cód. Fun	Cód. FF	Cód. MF	Modo de Falla	Efectos	FALLA OCULTA	R. Amb.	R. Seg.	R. Cos.	R. Pro.	R. Cal.	R. Eco.	TIPO DE DECISIÓN
F1	FF1	MF1	Motor 0,25 KW-220V-1395RPM no gira	El tornamesa no gira Se debe parar la maquina 24 horas, se requiere enviar el motor a reparar, el costo por mtto seria \$1.000.000.	NO	A1	B4	B8	B10	A1	432	Monitoreo de Condición
F1	FF1	MF2	Correas del sistema de Transmisión se deslizan sobre las poleas	El tornamesa gira intermitente Se debe parar la maquina 1 horas, se requiere tensionar la correas en V , Tiempo de mantenimiento 1 hora	NO	A1	B4	C3	D4	A1	18	Monitoreo de Condición
F1	FF1	MF3	Motor Reductor 88843 SG25 15:1 150 NCM no gira	El orientador no gira Se debe parar la maquina 24 horas, se requiere enviar el motor a reparar, el costo por mtto seria \$1.000.000.	SI	A1	B4	B8	B10	A1	432	Monitoreo de Condición
F1	FF1	MF4	Rueda de orientación desgastada	El orientador no arrastra el frasco hacia la banda transportadora; Se debe cambiar caucho del orientador, el costo por mtto seria \$100.000. Tiempo de cambio 30 min	NO	A1	B4	E10	E15	A1	9	Monitoreo de Condición
F2	FF2	MF5	Motor 0,37kw-220v- 1700rpm no gira	La banda transportadora no gira Se debe parar la maquina 24 horas, se requiere enviar el motor a reparar, el costo por mtto seria \$1.000.000.	NO	A1	B4	B8	B10	A1	432	Monitoreo de Condición
F2	FF2	MF6	Cadena de la transmisión de piño rota	La banda transportadora no gira Se debe parar la maquina 2 horas, se requiere reemplazar la cadena, el costo por mtto seria \$2.00.000.	NO	A1	B4	D20	D16	A1	36	Monitoreo de Condición

F2	FF2	MF7	Cadena de hojas de bisagra rota	La banda transportadora no gira Se debe parar la maquina 3 horas, se requiere reemplazar la sección de cadena tota , el costo por mtto seria \$800.000 .	NO	A1	B4	C15	C12	A1	54	Monitoreo de Condición
F2	FF2	MF8	Sensores de Barrera Fotoeléctricos Prk 3B/6D.421-58.3 Lennz no censa	La banda transportadora no tiene cantidad suficiente de frascos para alimentar la máquina. Se debe limpiar sensor o en su defecto reemplazarlo. Costo Aprox \$600.000. Tiempo de mantenimiento: 30 min	NO	A1	B4	D16	F18	A1	9	Mtto Preventivo
F3	FF3	MF9	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm, no gira	La estrella no gira, se requiere reemplazar el servo motor, el costo por mtto seria \$8.000.000. Si el motor se encuentra en stock la parada es de 4 horas, si no la parada puede tardar una semana	NO	A1	B4	B10	B10	A1	72	Cambio Cíclico
F3	FF3	MF10	Engranaje planetario frenado	La estrella no gira, se requiere reemplazar el engranaje, el costo por mtto seria \$2.000.000. Si el engranaje se encuentra en stock la parada es de 4 horas, si no la parada puede tardar una semana	NO	A1	B4	B10	B10	A1	72	Monitoreo de Condición
F3	FF3	MF11	Estrella de Transporte no acoplada	La estrella no gira, se requiere Verificar acople, el costo por mtto seria \$20.000. Y Tiempo parada es de 20 min,	NO	A1	B4	F6	F18	A1	3,6	Monitoreo de Condición
F4	FF4	MF12	Acoplamiento de seguridad Roto	Generación Alarma panel de control por sobrecarga de estrella, La estrella no gira, Si el acople se encuentra en stock la parada es de 2 horas, si no la parada puede tardar una semana. Costo: \$2.000.000	SI	A1	B4	A5	A4	A1	36	Cambio Cíclico
F5	FF5	MF13	Soporte con manivela con altura incorrecta	Frascos no detectados en su totalidad o parcialmente, Se requiere cambio de reloj, tiempo total 2 horas, Costo \$300.000	NO	C9	B4	C9	C12	A1	36	Monitoreo de Condición
F5	FF5	MF14	Cilindro neumático ref. 5958930201 frenado	Frascos no detectados en su totalidad o, Se requiere cambio de Cilindro, tiempo total 2 horas, Costo \$300.000	NO	C9	B4	C9	C12	A1	36	Cambio Cíclico

F5	FF5	MF15	Resorte tensión ref. 3429040000 6 mm * 20 mm des tensionado	Frascos no detectados en su totalidad o parcialmente, Se requiere cambio de resortes, tiempo total 0,5 horas, Costo \$ 50.000	NO	C9	B4	C3	C9	A1	9	Monitoreo de Condición
F5	FF5	MF16	Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g no sensa	Frascos no detectados en su totalidad o parcialmente, Se requiere cambio sensor, tiempo total 1 horas, Costo \$ 700.000	NO	C9	B4	C12	C10	A1	18	Monitoreo de Condición
F5	FF5	MF17	Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g no sensa	Cuellos Obstruidos de los Frascos no detectados en su totalidad o parcialmente, Se requiere cambio sensor, tiempo total 1 horas, Costo \$ 700.000	NO	A1	B4	C12	C12	C12	18	Monitoreo de Condición
F6	FF6	MF18	Pieza de obturación torcida	Cuellos Obstruidos de los Frascos no detectados en su totalidad o parcialmente, Se requiere cambio , tiempo total 2 horas, Costo \$ 200.000	NO	A1	B4	B6	B8	C12	36	Monitoreo de Condición
F6	FF6	MF19	Pieza de obturación mal posicionada	Cuellos Obstruidos de los Frascos no detectados en su totalidad o parcialmente, Se requiere ajuste de la pieza, tiempo total 1 horas, Costo \$ 50.000	NO	A1	B4	B6	B8	C12	18	Monitoreo de Condición
F7	FF7	MF20	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm no gira	Bomba 1 y Bomba 2 no giran, se requiere reemplazar el servo motor, el costo por mtto seria \$8.000.000. Si el motor se encuentra en stock la parada es de 4 horas, si no la parada puede tardar una semana	NO	A1	B4	B10	B10	A1	72	Cambio Cíclico
F7	FF7	MF21	Bomba 1 26 ml atascada	Generación de alarma en el panel de mando por sobrecarga del mecanismo de bombeo, se deben ajustar las partes internas de la bomba, Tiempo de mtto 1 horas , Costo \$30.000	NO	A1	B4	C3	C9	A1	18	Monitoreo de Condición
F7	FF7	MF22	Bomba 2 6 ml atascada	Generación de alarma en el panel de mando por sobrecarga del mecanismo de bombeo, se deben ajustar las partes internas de la bomba, Tiempo de mtto 1 horas , Costo \$30.000	NO	A1	B4	C3	C9	A1	18	Monitoreo de Condición

F7	FF7	MF23	Transmisión por engranajes frenados	Generación alarma en el panel de mando por fallo en el módulo de bombas M101. Se requiere realizar revisión exhaustiva del conjunto de engranajes y accionamientos mecánicos, Tiempo mantenimiento 40 min, Costo: \$150.0000	SI	A1	B4	C9	C9	A1	14,4	Mtto Preventivo
F7	FF7	MF24	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm no gira	Bomba 1 y Bomba 2 no realizan carrera vertical, se requiere reemplazar el servo motor, el costo por mtto seria \$8.000.000. Si el motor se encuentra en stock la parada es de 4 horas, si no la parada puede tardar una semana	NO	A1	B4	B10	B10	A1	72	Cambio Cíclico
F7	FF7	MF25	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm no gira	Agujas de llenado y de vacío no realizan carrera vertical, se requiere reemplazar el servo motor, el costo por mtto seria \$8.000.000. Si el motor se encuentra en stock la parada es de 4 horas, si no la parada puede tardar una semana	NO	A1	B4	B10	B10	A1	72	Cambio Cíclico
F7	FF7	MF26	Resortes de tensión m8*25mm des tensionados	Agujas se frenan generando derrames de producto, se deben ajustar o reemplazar los resortes Tiempo de mtto 2 horas min, Costo \$400.000	NO	A1	B4	F24	F24	A1	36	Monitoreo de Condición
F7	FF7	MF27	Soporte agujas desajustado de soportes	Agujas se frenan generando derrames de producto, se deben ajustar o reemplazar las piezas desgastada Tiempo de mtto 2 horas min, Costo \$400.000	NO	A1	B4	F24	F24	A1	36	Monitoreo de Condición
F7	FF7	MF28	Agujas torcidas	Choque de agujas con bocas de los frascos, se deben enderezar o reemplazar Tiempo de mtto 30 min, Costo \$400.000	NO	C9	B4	F24	F18	A1	9	Monitoreo de Condición
F7	FF7	MF29	Mangueras de Teflón entrada 1/2"X5/8" y 3/8" X 1/2" y salida bombas de 1/4" X 5/16" obstruidas con partículas	Llenados de frasco bajos o sin producto, se genera alarma en panel de control M101 Fallo en módulo de Bomba, Se debe desarmar manguera para retirar la obstrucción, Tiempo de mtto 30 min Costo: \$200,000 por manguera	SI	A1	B4	D12	D12	D20	9	Monitoreo de Condición

F7	FF7	MF30	Mangueras de Teflón entrada 1/2"X5/8" y 3/8" X 1/2" y salida bombas de 1/4" X 5/16" dobladas	Llenados de frasco bajos o sin producto, se genera alarma en panel de control M101 , Se debe reemplazar la manguera, Tiempo de Mtto 30, Costo: \$200,000 por manguera	NO	A1	B4	F18	F18	D20	9	Monitoreo de Condición
F8	FF8	MF31	Agujas Succión obstruida con sedimentos de esmalte	Succión deficiente del producto, se debe desarmar la aguja para retirar la obstrucción, Tiempo de mtto 30 min. Costo Mtto \$50.000	SI	A1	B4	F6	F18	D20	9	Mtto Preventivo
F8	FF8	MF32	Aguja de Succión mal posicionada en soportes	Succión excesiva o deficiente del producto, se debe ajustar la aguja para retirar, Tiempo de mtto 30 min. Costo Mtto \$50.000	NO	C9	B4	F6	F18	D20	9	Monitoreo de Condición
F8	FF8	MF33	Frasco Residuos succión lleno de producto	No hay succión del producto, se generara parada de la máquina y alarma de falla en panel de mando, Se debe vaciar frasco, Tiempo de mantenimiento, 1 hora, Costo\$20.000	NO	A1	B4	F6	F24	A1	9	Mtto Preventivo
F9	FF9	MF34	Tolva transportadora con vibración deficiente	El pincel no circula en el contorno de la tolva quedando riel vibratorio desabastecido, se debe revisar estado soportes de caucho en la base del vibrador. Tiempo de Mantenimiento 1 hora, Costo: \$50.0000	NO	A1	B4	F12	F24	A1	18	Monitoreo de Condición
F9	FF9	MF35	Riel vibratorio con vibración deficiente	El pincel no circula a lo largo del riel quedando la caja de pincel desabastecido. Se debe revisar estado soportes de caucho en la base del vibrador. Tiempo de Mantenimiento 1 hora, Costo: \$50.0000	NO	A1	B4	F18	F24	A1	18	Monitoreo de Condición
F9	FF9	MF36	Caja pincel desajustada	El pincel no queda bien posicionado para ser tomado por el dedo. se debe revisar ajuste general de cada uno de los componentes de la caja . Tiempo estimado 1 hora, Costo \$100.000	SI	A1	B4	F18	F24	A1	18	Monitoreo de Condición

F9	FF9	MF37	Cilindro neumático ref. 608734000 torcido	Aplastamiento de pinceles en la caja de pincel y mal posicionamiento de estos, se debe reemplazar cilindro neumático, tiempo de parada 1 hora, costo: \$400.000	NO	A1	B4	F18	F24	D20	18	Monitoreo de Condición
F9	FF9	MF38	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm no gira	Dedo de pincel no asciende ni desciende impidiendo tomar y colocar el pincel, se requiere reemplazar el servo motor, el costo por mto sería \$8.000.000. Si el motor se encuentra en stock la parada es de 4 horas, si no la parada puede tardar una semana	NO	A1	B4	B10	B10	A1	72	Cambio Cíclico
F9	FF9	MF39	Cilindro 6394700000 dañado	Dedo de pincel no avanza ni retrocede generando estrellada de la máquina, se debe reemplazar cilindro neumático, tiempo de parada 1 hora, costo: \$700.000	NO	A1	B4	C12	C12	A1	18	Cambio Cíclico
F9	FF9	MF40	Sensor Pepperl+Fuchs Tipo GI30-IR no sensa	Señal de alarma en panel de mando por "Fallo consecutivo estación defecto I" y paro de la máquina. Se debe reemplazar el sensor, Costo \$700.000. Tiempo de mantenimiento 1 Hora	NO	A1	B4	C12	C12	A1	18	Monitoreo de Condición
F10	FF10	MF41	Tolva transportadora por vibración con vibración deficiente	La tapa no circula en el contorno de la tolva quedando riel vibratorio desabastecido, se debe revisar soportes de caucho en la base del vibrador. Tiempo de Mantenimiento: 2 Horas, Costo \$100.000	NO	A1	B4	F18	F24	A1	36	Monitoreo de Condición
F10	FF10	MF42	Riel vibratorio con vibración deficiente	La tapa no circula a lo largo del riel quedado la caja de Tapa desabastecido, se debe ajustar riel y verificar soporte de caucho del de la base, Tiempo de Mto 3 horas, Costo. \$400.000	NO	A1	B4	F18	F24	A1	54	Monitoreo de Condición
F10	FF10	MF43	Caja tapa desajustada	La tapa no queda bien posicionada para ser tomado por el dedo. se debe revisar ajuste general de cada uno de los componentes de la caja, Tiempo de mantenimiento 1 horas, Costo \$300.000	NO	A1	B4	F18	F18	A1	18	Monitoreo de Condición

F10	FF10	MF44	Cilindro 5809760001 con embolo torcido	El dedo choca con la caja o quiebra la tapa. Se debe reemplazar el cilindro , Tiempo de mantenimiento 45 min, Costo \$800.000	NO	A1	B4	C12	C9	A1	7,2	Cambio Cíclico
F10	FF10	MF45	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm no gira	Dedo de transferencia de tapa no se desplaza horizontalmente, alarma de falla en panel de control. se requiere reemplazar el servo motor , el costo por mto seria \$3.000.000. Si el motor se encuentra en stock la parada es de 4 horas, si no la parada puede tardar una semana	NO	A1	B4	B10	B10	A1	72	Cambio Cíclico
F10	FF10	MF46	Rotula o barra articulada sueltas	El dedo de transferencia choca con la caja y la tapa y el cabezal de pre roscado, también puede tomar la tapa torcida. Se debe ajustar medidas correctas. Tiempo de Mtto, 1 hora, Costo \$500.000	SI	A1	B4	F24	F24	A1	18	Monitoreo de Condición
F10	FF10	MF47	Cilindro 6394700000 desalineado	Frasco se cabecea con el cierre de los centradores y tapa queda torcida cuan es pre roscada, se debe alinear el cilindro , Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$600.000	NO	A1	B4	D12	D12	C9	9	Monitoreo de Condición
F10	FF10	MF48	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm no gira	El cabezal de pre roscado no gira. motor , el costo por mto seria \$2.000.000. Si el motor se encuentra en stock la parada es de 4 horas, si no la parada puede tardar una semana	NO	A1	B4	B10	B10	A1	72	Cambio Cíclico
F10	FF10	MF49	Servomotor d-71642 j12-0060-08-4rvs-ae1 320 vdc 6000rpm	El cabezal de pre roscado no gira. Se debe reemplazar el motor , el costo por mto seria \$2.000.000. Si el motor se encuentra en stock la parada es de 4 horas, si no la parada puede tardar una semana	NO	A1	B4	B10	B10	A1	72	Cambio Cíclico
F10	FF10	MF50	cabezal sin agarre	Los dedos del cabezal patinan sobre las tapas en el momento que son clocadas sobre el frasco, se debe reemplazar las gomas el cilindro, tiempo de mantenimiento 30 min. Costo \$400.000	NO	A1	B4	E15	E15	E25	9	Cambio cíclico

F10	FF10	MF51	Cilindro neumático dañado 355011001	Los dedos del cabezal no abren ni cierran, siendo incapaz de sujetar y soltar la tapa. se debe reemplazar el cilindro, tiempo de mantenimiento 30 min. Costo \$400.000	NO	A1	B4	B6	D6	A1	9	Cambio Cíclico
F10	FF10	MF52	Eje de bronce y punta desgastado	Cabezal presenta juego excesivo, Traba entre dedos cabezal y tapa, Tapa colocada torcida, Se requiere reemplazar eje, Tiempo de mantenimiento 30 min, costo de mto: \$300.000	NO	A1	B4	D12	D12	A1	9	Monitoreo de Condición
F11	FF11	MF53	Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm no gira	El cabezal de roscado no baja completamente, Tapa con mal torque de aplicación, se debe reemplazar el motor. Costo de Mto \$5.000.000, Si el motor se encuentra en stock la parada es de 4 horas, si no la parada puede tardar una semana	NO	A1	B4	B10	B10	A1	72	Cambio Cíclico
F11	FF11	MF54	Rotula o barra articulada sueltas	El cabezal roza hombros del frasco o no baja completamente. Se debe ajustar la medidas de las rotulas, tiempo de mantenimiento 30 min, costo: \$100.000	NO	A1	B4	C6	C9	B8	9	Monitoreo de Condición
F11	FF11	MF55	Servomotor d-71642 j12-0060-08-4rvs-ae1 320 vdc 6000rpm no gira	El cabezal de roscado no gira. Se debe reemplazar el motor, el costo por mto seria \$2.000.000. Si el motor se encuentra en stock la parada es de 4 horas, si no la parada puede tardar una semana	NO	A1	B4	B10	B10	A1	72	Cambio Cíclico
F11	FF11	MF56	cabezal sin agarre	Los dedos del cabezal patinan sobre las tapas en el momento que son clocadas sobre el frasco, se debe reemplazar las gomas el cilindro, tiempo de mantenimiento 30 min. Costo \$400.000	NO	A1	B4	E15	E15	E25	9	Cambio cíclico
F11	FF11	MF57	Cilindro neumático 355011001 dañado	Los dedos del cabezal no abren ni cierran, siendo incapaz de sujetar y soltar la tapa. se debe reemplazar el cilindro, tiempo de mantenimiento 30 min. Costo \$400.000	NO	A1	B4	C9	C9	A1	9	Cambio Cíclico
F11	FF11	MF58	Eje de bronce y punta desgastado	Cabezal presenta juego excesivo, Traba entre dedos cabezal y tapa, Tapa colocada torcida, Se requiere reemplazar eje, Tiempo de mantenimiento 30 min, costo de mto: \$300.000	NO	A1	B4	F18	F18	D16	9	Monitoreo de Condición

F11	FF11	MF59	Cilindro 6394700000 Desalineado	Frasco se cabecea con el cierre de los centradores , se debe alinear el cilindro , Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$600.000	SI	A1	B4	C12	C9	A1	9	Monitoreo de Condición
F12	FF12	MF60	Soporte con manivela con altura incorrecta	Frascos no detectados en su totalidad o parcialmente, Se requiere cambio de reloj, tiempo total 2 horas, Costo \$300.000	NO	A1	B4	C9	C12	D20	36	Monitoreo de Condición
F12	FF12	MF61	Cilindro neumático ref. 5958930201 frenado	Frascos no detectados en su totalidad o, Se requiere cambio de Cilindro, tiempo total 2 horas, Costo \$300.000	NO	A1	B4	C9	C12	D20	36	Cambio Cíclico
F12	FF12	MF62	Sensor Pepper I + Fuchs Tipo GI30-IR no censa	Frascos no detectados en su totalidad o parcialmente, Se requiere cambio sensor, tiempo total 1 horas, Costo \$ 700.000	NO	A1	B4	B8	B8	D20	18	Monitoreo de Condición
F12	FF12	MF63	Resorte de presión 3671070600 cedido	Frascos no detectados en su totalidad o parcialmente, Se requiere cambio de resortes, tiempo total 0,5 horas, Costo \$ 50.000	NO	A1	B4	D4	D12	D20	9	Monitoreo de Condición
F12	FF12	MF64	Cilindro neumático 2680790100 dañado	Esmaltes acondicionados no eyectados hacia la banda transportadora, Se requiere reemplazar el cilindro, Tiempo de mantenimiento 30 min, costo \$200.000	NO	A1	B4	B6	B6	A1	9	Cambio Cíclico
F12	FF12	MF65	Cilindro neumático 6342010200 dañado	Esmaltes acondicionados defectuosos no eyectados hacia la zona de rechazo, Se requiere reemplazar el cilindro, Tiempo de mantenimiento 30 min, costo \$200.000	NO	A1	B4	B6	B6	A1	9	Cambio Cíclico
F13	FF13	MF66	Totalizador 20 A quemado o haciendo mal contacto	Tablero Eléctrico des energizado, se debe realizar torqueo de elementos, Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$100.000	NO	A1	B4	E15	E15	A1	9	Mtto Preventivo
F13	FF13	MF67	Switch de encendido Maquina quemado o haciendo mal contacto	Maquina Des energizada, se debe realizar troqueo de elementos, Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$100.000	SI	A1	B4	E15	E15	A1	9	Mtto Preventivo

F13	FF13	MF68	Plc Siemens Simotion D con mal contacto	Actuadores, motores, servomotor, diferentes estaciones funcionando inadecuadamente, se debe realizar torqueo de elementos, Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$100.000	SI	A1	B4	E15	E15	A1	9	Mtto Preventivo
F13	FF13	MF69	Variador de Velocidad con mal contacto	Motores nos giran, alarma en panel de control, Variadores alarmados. se debe realizar torqueo de elementos, Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$100.000	NO	A1	B4	E15	E15	A1	9	Monitoreo de Condición
F13	FF13	MF70	Bloque de Contactores con mal contacto	motores, diferentes estaciones no energizados, Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$100.000, se debe realizar torqueo de elementos,	SI	A1	B4	E15	E15	A1	9	Monitoreo de Condición
F14	FF14	MF66	Unidad de Mantenimiento de 1/2" dañada	Alarma "Falta de aire" en panel de mando", Paro total de máquina. Se debe reemplazar unidad de mantenimiento. Tiempo de mantenimiento 1 horas, costo \$800.000	NO	A1	B4	B8	B8	A1	18	Monitoreo de Condición
F14	FF14	MF67	Bloque de Electroválvulas 5 / 2-1/8" dañado	Actuadores diferentes estaciones mal funcionando, se debe cambiar bloque, Tiempo de mantenimiento 2 horas, costo \$2.000.000	NO	A1	B4	B10	B8	A1	36	Monitoreo de Condición
F14	FF14	MF68	Electroválvulas 3/2 -1/8" dañadas	Actuadores diferentes estaciones mal funcionando, se debe cambiar válvula, Tiempo de mantenimiento 1 horas, costo \$400.000	NO	A1	B4	B6	B8	A1	18	Monitoreo de Condición
F14	FF14	MF69	Reguladores de Caudal con anti retorno dañado	Actuadores diferentes estaciones con velocidades de avance y retroceso inadecuadas, se debe reemplazar el regulador de caudal averiado, Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$100.000	SI	A1	B4	D8	D12	A1	9	Monitoreo de Condición
F14	FF14	MF70	Mangueras Neumáticas No. 6, rotas	Fugas de aire en las diferentes estaciones, se debe reemplazar la manguera, Tiempo de mantenimiento 1 hora, costo \$100.000	NO	A1	B4	D16	D12	A1	18	Monitoreo de Condición

F14	FF14	MF71	Racores Rápidos No. 6 dañados	Fugas de aire en las diferentes estaciones, se debe reemplazar los racores, Tiempo de mantenimiento 1 hora, costo \$100.000	NO	A1	B4	D16	D12	A1	18	Monitoreo de Condición
F15	FF15	MF77	Paro de emergencia con mal contacto	La máquina no para tras presionar el paro de emergencia. Se debe verificar y reparar el contacto, tiempo de reparación 1 hora, costo: \$500.000	NO	A1	B4	A3	A4	A1	18	Monitoreo de Condición
F15	FF15	MF78	Cabina no ajustada	La máquina no arranca, mensaje en panel de mando por compuerta abierta. Se debe realizar ajuste de la estructura de la cabina, Tiempo de mantenimiento 2 horas, costo de la reparación \$400.000	NO	A1	B4	B6	B8	A1	36	Monitoreo de Condición
F15	FF15	MF79	Switches de Contacto con mal contacto	La máquina no arranca, mensaje en panel de mando por compuerta abierta, Se debe verificar y reparar el contacto, tiempo de reparación 30 min, Costo \$200.000	SI	A1	B4	B6	B6	A1	9	Monitoreo de Condición

ANEXO F. MATRIZ DE RIESGO MAQUINA GRONINGER Y ETIQUETADORA PAGO.

CONSECUENCIAS					CONSECUENCIA		PROBABILIDAD					
SEGURIDAD	AMBIENTALES	COSTOS	PRODUCCION	CALIDAD			IMPOSIBLE	IMPROBABLE	REMOTO	OCASIONAL	MODERADO	FRECUENTE
ALTA probabilidad de accidente en caso de fallo	ALTA probabilidad de daño ambiental en caso de fallo	Costo mtto + Costos no produccion > 72 millones	Presenta paros > 4 horas	Ocasiona defectos en el producto criticos(Aquel que incumple con una característica especial)	Alta	5	5	10	15	20	25	30
MEDIA probabilidad de accidente en caso de fallo	MEDIA probabilidad de daño ambiental en caso de fallo	Costo mtto + Costos no produccion entre 19 millones y 72 millones	Presenta paros entre 1 y 3 horas	Ocasiona defectos en el producto graves (Aquel que por su apariencia no es aceptado por el cliente)	Media	4	4	8	12	16	20	24
BAJA probabilidad de accidente en caso de fallo	BAJA probabilidad de daño ambiental en caso de fallo	Costo mtto + Costos no produccion entre 9 millones y 18 millones	Presenta paros < 1 hora (>10 min)	Ocasiona defectos en el producto leves (Aquel que el cliente no percibe)	Baja	3	3	6	9	12	15	18
MUY BAJA probabilidad de accidente en caso de fallo	MUY BAJA probabilidad de daño ambiental en caso de fallo	Costo mtto + Costos no produccion entre 1 millon y 8 millones	Presenta paros < 10 min		Muy Baja	2	2	4	6	8	10	12
Ninguna	No afecta el medio ambiente	Costo mtto + Costos no produccion < 1 millon	No hay registro de paros		Ninguno	1	1	2	3	4	5	6
RANGOS CRITICIDAD							>=5 Años	<3 Años	<1 Años	<6 Meses	<3 Meses	± 1 Mes
1--10							A	B	C	D	E	F
11--20							1	2	3	4	5	6
21-30												

ANEXO G. DEFINICION FUNCIONES ETIQUETADORA PAGO.

ELEMENTO DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ELEMENTO	CONDICIONES OPERACIONALES	INTERFASES (IN / OUT)	Cód. Fun.	FUNCIONES
TORNAMESA DE ENTRADA(A)	Motor 0,25 kw-220v-1395rpm	Alimentacion frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml ml al tornamesa de manera manual	<p>Entra y sale señal eléctrica de energización Motor 0,25 kw-220v-1395rpm y y Motoreductor dc 88843 sg25 15:1150 ncm .</p> <p>Entra y sale frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml</p> <p>Señal parada de emergencia</p>	F1	Entregar uno a uno frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml a la banda transportadora
	Reductor 100:1	3 Turnos X 8 Horas X 24 Dias			
	Transmision polea correa dentada 2" * 5"	Energización Motor 0,25 kw-220v-1395rpm y Motoreductor dc 88843 sg25 15:1150 ncm desde panel de control			
	Motoreductor dc 88843 sg25 15:1150 ncm				
	Transmision piñon cadena	Cambio manual de Guías de Orientacion según presentacion o formato frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml			
	Rueda de orientacion 3/4"				
	Guías Orientacion 7,5 ml, 10ml y 13,5 ml				
	Supercie Tornamesa 50"				
TRANSPORTE(B)	Motor reductor ssn40-1uval-063c21	Energización Motor reductor ssn40-1uval-063c21 esde panel de mando	<p>Entra Frasco frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml</p> <p>Sale Frasco frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml</p> <p>Entra y sale señal eléctrica de energización motores</p> <p>Señal parada de emergencia</p> <p>Señal parada Mando de Control</p>	F2	Trasladar frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml hacia el interior y fuera de la maquina
	Transmision correa polea dentada 25t 10'560	2 Turnos X 8 Horas X 24 Dias			
	Cinta FNI-12E 7430X90/A2002936	Ajuste Velocidad banda desde panel de mando a 18m/min, es decir a 200,5 RPM			
	Riel 50Cm X 5cm	Ajuste Mecanico manual de ancho de guías Según presentaciones frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml			
	Encoder	Accionamiento manual parada de emergencia			

SEPARACION (C)	Cilindro neumatico dns-20-10-p	Inicio de Ciclo por accionamiento Manual desde Panel de Mando	Entra y Sale Aire Comprimido	F3	Separar frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml v 60 ml
	Sensor fotoelectronico wt18-3 p430 pnp	Accionamiento manual parada de emergencia	Sale Señales Sensores Sensor fotoelectronico wt18-3 p430 pnp		
		2 Turnos X 8 Horas X 24 Dias			
		Sensado de 120 piezas por minuto			
CENTRADO (D)	Servomotor 0,88 kw bsh0553p01a2a con engranaje	Inicio de Ciclo por señal Sensor fotoelectronico wt18-3 p430 pnp	Entra y sale señal eléctrica de energización motores	F4	Centrar frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml v 60 ml
	Acople sincrono 0,494,525,3	Accionamiento manual parada de emergencia	Sale Señales Sensores Sensor fotoelectronico wt18-3 p430 pnp		
	Sensor de proximidad im08-02bps-zt1pnp	2 Turnos X 8 Horas X 24 Dias	Sale Señales Sensores Sensor de proximidad im08-02bps-zt1pnp		
	Trasmision polea correa dentada	Centrado de 120 piezas por minuto			
	Sensor fotoelectronico wt18-3 p430 pnp				
	Mordazas				

SUJECION (E)	<p>Servomotor 0,88 kw bsh0553p01a2a con engranaje</p> <p>transmision polea correa dentada 25t 10*2250 v-paz</p> <p>soporte con manivela</p> <p>Correa dentada 25T10X2250 V PAZ 3MM</p>	<p>Inicio de Ciclo por accionamiento Manual desde Panel de Mando</p> <p>Accionamiento manual parada de emergencia</p> <p>2 Turnos X 8 Horas X 24 Dias</p> <p>Sujecion de 120 piezas por minuto</p>	<p>Entra y sale señal eléctrica de energización motore</p>	F5	<p>Mantener centrado los frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml desde el Centrador hasta el etiquetado</p>
ETIQUETADO (F)	<p>sensor fotoelectronico con reflex prk 18/4/4</p>	<p>Inicio de Ciclo por señal sensor fotoelectronico con reflex prk 18/4/4</p>	<p>Entra Frasco frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml</p>	F6	<p>Etiquetar frascos 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml con etiqueta centrada horizontal y vertical</p>
	<p>Unidad pagomat 3/100 izquierda</p>	<p>Etiquetado de 120 Piezas por minuto</p>	<p>Sale Frasco etiquetados 7,5ml, 10ml, 13,5ml, 25 ml, 54 ml y 60 ml</p>		
	<p>Unidad pagomat 3/100 derecha</p>	<p>Ajuste manual de parametros mecanicos de ajustes según presentacion</p>	<p>Entra y sale señal eléctrica de energización servomotores</p>		
	<p>Rodillos</p>	<p>Intalacion manual de rollos de etiquetas.</p>	<p>Entra señal de parada de emergencia</p>		
	<p>Aplicadores</p>	<p>Accionamiento manual parada de emergencia</p>			

ELECTRICO (G)	<p>Breaker 3X40 Amp Luminex</p> <p>Switch de encendido Maquina</p> <p>PLC Siemens S7 - 313C</p> <p>Variador Schneider Lexium 05 (1.2Kw)</p> <p>Variador Schneider Lexium 05</p> <p>Bloque de Contactores</p>	<p>220 VAC-3F-N-T</p> <p>2 Turnos X 8 Horas X 24 Dias</p> <p>Energizacion manual</p>	<p>Entrada y salida de señales electricas y de control</p>	F7	<p>Suministro energia electrica y señales de control a las diferentes estaciones</p>
NEUMATICO (H)	<p>Unidad de Mantenimiento de 1/2"</p> <p>Eletrovalvulas 5 / 2-1/8"</p> <p>Reguladores de Caudal con antiretorno</p> <p>Mangueras Neumaticas No. 6</p> <p>Racores Rapidos No. 6</p>	<p>Paso de aire al sistema neumatico de la maquina por accionamiento manual valvula de la unidad de mantenimiento</p> <p>2 Turnos X 8 Horas X 24 Dias</p>	<p>Entra señales distintos sensores según estacion</p> <p>Entrada y salida de Aire a 6 bar</p> <p>Sale señal presion sistema neumatico</p>	F8	<p>Suministrar aire comprimido al cilindro neumatico de la estacion de separacion con una presion de 6 Bar</p>
SEGURIDAD (I)	<p>Paro de emergencia</p> <p>Switches de Contacto guarda centradores</p>	<p>Accionamiento manual</p>		F9	<p>Parar la maquina y todas sus funciones de manera inmediata</p>

ANEXO H. HOJA RCM ETIQUETADORA PAGO.

Cód. Func.	Cód. FF	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	R. Amb	R. Seg	R. Cos	R. Pro	R. Cal	\$ R. Eco (Mil)	TIPO DE DECISIÓN
F1	FF1	MF1	Motor 0,25 KW-220V-1395RPM no gira	El tornamesa no gira Se debe parar la maquina 24 horas, se requiere enviar el motor a reparar, el costo por mtto seria \$1.000.000.	NO	A1	B4	B8	B10	A1	864	Monitoreo de Condición
F1	FF1	MF2	Correas del sistema de Transmisión se deslizan sobre las poleas	El tornamesa gira intermitente Se debe parar la maquina 1 horas, se requiere tensionar la correas en V , Tiempo de mantenimiento 1 hora	NO	A1	B4	C3	D4	A1	36	Monitoreo de Condición
F1	FF1	MF3	Motor Reductor 88843 SG25 15:1 150 NCM no gira	El orientador no gira Se debe parar la maquina 24 horas, se requiere enviar el motor a reparar, el costo por mtto seria \$1.000.000.	SI	A1	B4	B8	B10	A1	864	Monitoreo de Condición
F1	FF1	MF4	Rueda de orientación desgastada	El orientador no arrastra el frasco hacia la banda transportadora; Se debe cambiar caucho del orientador, el costo por mtto seria \$100.000. Tiempo de cambio 30 min	NO	A1	B4	E10	E15	A1	18	Monitoreo de Condición
F2	FF2	MF5	Motor reductor ssn40-1uval-063c21 quemado	La banda transportadora no gira. Se debe parar la maquina 24 horas, se requiere enviar el motor a reparar, el costo por mtto seria \$1.000.000.	NO	A1	B4	B8	B10	A1	864	Monitoreo de Condición
F2	FF2	MF6	Correa dentada 25t 10*560 des tensionada en las polea	La banda transportadora no gira Se debe parar la maquina 2 horas, se requiere tensionar la correa o en su defecto cambia la correa, el costo por mtto seria \$1.000.000.	NO	A1	B4	B8	B8	A1	72	Monitoreo de Condición

F2	FF2	MF7	Cinta FNI-12E 7430X90/A2002936 desalineada	La banda transportadora genera tambaleo de los frascos a los largo de toda su superficie Se debe parar la maquina 2 horas, se requiere alinear y centrar la cinta, el costo por mto seria \$500.000 .	NO	A1	B4	B8	B8	A1	72	Monitoreo de Condición
F2	FF2	MF8	Cinta FNI-12E 7430X90/A2002936 rota	La banda transportadora no gira. Se debe parar la maquina 6 horas, se requiere reemplazar toda la cinta, el costo por mto seria \$2.000.000.	NO	A1	B4	B10	B10	A1	216	Monitoreo de Condición
F2	FF2	MF9	Encoder Coretech AM8192BD01_05 mal posicionado	Banda superior de sujeción no se encuentra sincronizada en velocidad con la banda principal generando tambaleo y caída de los frascos de esmaltes, se debe posicionar el enconder, Tiempo de mantenimiento 30 min costo \$100.000	NO	A1	B4	D12	D12	A1	18	Mantenimiento Preventivo
F3	FF3	MF10	Cilindro neumático dns-20-10-p se encuentra mal pocionado	Los frascos se tambalean y se caen en el momento de la separación , se debe verificar el ajuste mecánico. Tiempo de mantenimiento 30 min. Costo: \$50.000	NO	A1	B4	E15	E15	A1	18	Monitoreo de Condición
F3	FF3	MF11	Cilindro neumatico dns-20-10-p dañado	Los frascos no se detienen y continúan uno tras otros estrellándose en el centrador. Se debe reemplazar el cilindro. Costo de mto: \$500.000. Tiempo de Mto: 1 hora	NO	A1	B4	B8	B8	A1	36	Cambio cíclico
F3	FF3	MF12	Sensor fotoeléctrico wt18-3 p430 pnp no censa	Los frascos no se detienen y continúan uno tras otros estrellándose en el centrador. Se debe limpiar y verificar el sensor emite señales sino se debe reemplazar. Costo de mto: \$500.000. Tiempo de Mto: 1 hora	NO	A1	B4	A4	A4	A1	36	Mto Preventivo
F4	FF4	MF13	Servomotor 0,88 kw bsh0553p01a2a con engranaje no gira	Las mordazas de los centradores no se mueven, se requiere reemplazar el servo motor, el costo por mto seria \$8.000.000. Si el motor se encuentra en stock la parada es de 4 horas, si no la parada puede tardar una semana	NO	A1	B4	A10	A10	A1	144	Cambio cíclico

F4	FF4	MF14	Acople síncrono 0,494,525,3 suelto	Las mordazas de los centradores no se mueven, se requiere ajustar el acople sincrónico, el costo por mto sería \$100.000. Tiempo de Mto: 1 Hora	NO	A1	B4	D16	D16	A1	36	Monitoreo de Condición
F4	FF4	MF15	Sensor de proximidad im08-02bps-zt1 pnp no censa	Las mordazas no se mueven haciendo que el producto siga derecho. Se requiere reemplazar el sensor. el costo por mto sería \$500.000. Tiempo de Mto: 30 MIN	NO	A1	B4	B6	B6	A1	18	Cambio cíclico
F4	FF4	MF16	Sensor fotoeléctrico wt18-3 p430 pnp no censa correctamente	Se generan estrellada de las mordazas con los frascos, Se debe realizar limpieza del sensor y verificar su posición es la correcta. Costo de Mto: \$100.000. Tiempo de mto: 30 min	NO	A1	B4	E15	E15	A1	18	Mto Preventivo
F4	FF4	MF17	Mordazas desalineadas	El frasco no queda centrado, Se debe ajustar parámetros mecánicos de la mordaza. Costo de mto: \$100.000. Tiempo de mto: 30 min	NO	A1	B4	E15	E15	A1	18	Monitoreo de Condición
F5	FF5	MF18	Servomotor 0,88 kw bsh0553p01a2a con engranaje no gira	La banda superior no gira generando caída de los frascos a la salida del centrador. Se debe reemplazar el servomotor, el costo por mto sería \$8.000.000. Si el motor se encuentra en stock la parada es de 4 horas, si no la parada puede tardar una semana	NO	A1	B4	A5	A5	A1	144	Cambio cíclico
F5	FF5	MF19	Correa dentada 25T10X2250 V-PAZ 3MM perforada	Los frascos se tuercen una vez la banda superior los sujeta contra la banda principal, Se debe cambia la correa. Tiempo de Mantenimiento: 1 Hora. Costo: \$1.000.000	NO	A1	B4	C12	C12	A1	36	Monitoreo de Condición
F6	FF6	MF20	sensor fotoeléctrico con réflex prk 18/414 no censa correctamente	La etiqueta es aplicada descentrada horizontalmente, Se debe verificar posición del sensor y realizar limpieza. Costo del Mto \$100.000, Tiempo de mto: 30 min	NO	A1	B4	D12	D12	A1	18	Monitoreo de Condición

F6	FF6	MF21	Rodillos sucios	La etiqueta es aplicada descentrada horizontalmente, Se debe realizar limpieza a los rodillos. Costo del Mtto \$100.000, Tiempo de mto: 1 Hr	NO	A1	B4	F18	F24	A1	36	Mtto Preventivo
F6	FF6	MF22	Aplicadores sucios	La etiqueta es aplicada descentrada horizontalmente, Se debe verificar los aplicadores se encuentren limpios. Costo del Mtto \$100.000, Tiempo de mto: 30 min	NO	A1	B4	F18	F18	A1	18	Mtto Preventivo
F7	FF7	MF23	Breaker 3X40 Amp Lumine x quemado o haciendo mal contacto	Tablero Eléctrico des energizado, se debe realizar torqueo de elementos, Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$100.000	NO	A1	B4	E15	E15	A1	18	Mtto Preventivo
F7	FF7	MF24	Switch de encendido Maquina quemado o haciendo mal contacto	Maquina Desenergizada, se debe realizar torqueo de elementos, Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$100.000	SI	A1	B4	E15	E15	A1	18	Mtto Preventivo
F7	FF7	MF25	PLC Siemens S7 – 313C	Actuadores, motores, servomotor, diferentes estaciones funcionando inadecuadamente, se debe realizar torqueo de elementos, Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$100.000	SI	A1	B4	E15	E15	A1	18	Mtto Preventivo
F7	FF7	MF26	Variador Schneider Lexium 05 (1.2Kw) Variador Schneider Lexium 05 (0.75Kw) con mal contacto	Motores nos giran, alarma en panel de control, Variadores alarmados. se debe realizar torqueo de elementos, Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$100.000	NO	A1	B4	E15	E15	A1	18	Monitoreo de Condición
F7	FF7	MF27	Bloque de Contactores con mal contacto	motores, diferentes estaciones no energizados, Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$100.000, se debe realizar torqueo de elementos,	SI	A1	B4	E15	E15	A1	18	Monitoreo de Condición
F8	FF8	MF28	Unidad de Mantenimiento de 1/2" dañada	Alarma "Falta de aire" en panel de mando", Paro total de máquina. Se debe reemplazar unidad de mantenimiento. Tiempo de mantenimiento 1 horas, costo \$800.000	NO	A1	B4	B8	B8	A1	36	Monitoreo de Condición

F8	FF8	MF29	Bloque de Electroválvulas 5 / 2-1/8" dañado	Actuadores diferentes estaciones mal funcionando, se debe cambiar bloque, Tiempo de mantenimiento 2 horas, costo \$2.000.000	NO	A1	B4	B10	B8	A1	72	Monitoreo de Condición
F8	FF8	MF30	Electroválvulas 3/2 -1/8" dañadas	Actuadores diferentes estaciones mal funcionando, se debe cambiar válvula, Tiempo de mantenimiento 1 horas, costo \$400.000	NO	A1	B4	B6	B8	A1	36	Monitoreo de Condición
F8	FF8	MF31	Reguladores de Caudal con anti retorno dañado	Actuadores diferentes estaciones con velocidades de avance y retroceso inadecuadas, se debe reemplazar el regulador de caudal averiado, Tiempo de mantenimiento 30 min, Costo \$100.000	SI	A1	B4	D8	D12	A1	18	Monitoreo de Condición
F8	FF8	MF32	Mangueras Neumáticas No. 6, rotas	Fugas de aire en las diferentes estaciones, se debe reemplazar la manguera, Tiempo de mantenimiento 1 hora, costo \$100.000	NO	A1	B4	D16	D12	A1	36	Monitoreo de Condición
F8	FF8	MF33	Racores Rápidos No. 6 dañados	Fugas de aire en las diferentes estaciones, se debe reemplazar los racores, Tiempo de mantenimiento 1 hora, costo \$100.000	NO	A1	B4	D16	D12	A1	36	Monitoreo de Condición
F9	FF9	MF34	Paro de emergencia con mal contacto	La máquina no para tras presionar el paro de emergencia. Se debe verificar y reparar el contacto, tiempo de reparación 1 hora, costo: \$500.000	NO	A1	B4	A3	A4	A1	36	Monitoreo de Condición
F9	FF9	MF36	Switches de Contacto con mal contacto	La máquina no arranca, mensaje en panel de mando por guardas abiertas, Se debe verificar y reparar el contacto, tiempo de reparación 30 min, Costo \$200.000	SI	A1	B4	B6	B6	A1	18	Monitoreo de Condición

ANEXO I. PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO MAQUINA GRONINGER

Cód. Fun.	Cód. FF	Cód. MF	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FR (días)	RECURSOS	Cód. Tarea	Tiempo Tarea (Hrs)
F1	FF1	MF1	Monitoreo de Condición	Realizar análisis de vibraciones	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Motor 0,25 KW-220V-1395RPM + Analizador de Vibraciones	T1	1
F1	FF1	MF2	Monitoreo de Condición	Verificar poleas se encuentren balanceadas y totalmente alineadas entre sí. 2. Verificar correas de transmisión no se encuentran desgastadas, quemadas o con rasgaduras, de estarlo cualquiera de las correas proceda al cambio 3. Verificar la tensión de las correas para esto en el punto medio entre las poleas desplace la correa y su máxima elongación no debe superar 3 cm de estarlo proceda a tensionarlas con el fin de evitar estas patinen sobre sus poleas 4. Realice limpieza interna del cubículo donde se aloja la transmisión.	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Correas del sistema de Transmisión	T2	1
F1	FF1	MF3	Monitoreo de Condición	Realizar análisis de vibraciones	1084	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Motor Reductor 88843 SG25 15:1 150 NCM + + Analizador de Vibraciones	T3	0,5
F1	FF1	MF4	Monitoreo de Condición	Revisar el diámetro del orientador es de 3/4", si está por debajo de este diámetro se debe reemplazar	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Rueda de orientación	T4	0,5
F2	FF2	MF5	Monitoreo de Condición	Realizar análisis de vibraciones	1084	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, + Motor 0,37kw-220v- 1700rpm	T5	0,5
F2	FF2	MF6	Monitoreo de Condición	Reemplazar eslabones de la cadena que evidencie se encuentren aplastados	90	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Cadena de la transmisión de piño	T6	2

F2	FF2	MF7	Monitoreo de Condición	Reemplazar secciones de eslabones que evidencie se encuentran rotos	720	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Cadena de hojas de bisagra	T7	3
F2	FF2	MF8	Mtto Preventivo	Verificar la señal del sensor se registra en el panel de control de lo contrario reemplazar	180	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Sensores de Barrera Fotoeléctricos Prk 3B/6D.421-58.3 Lenz	T8	0,5
F3	FF3	MF9	Monitoreo de Condición	Realizar Termografía y análisis de vibraciones para determinar el estado Servomotor, para lo cual se debe retirar del almacén de stock de Repuestos	1080	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm, + Analizador Vibraciones y Cámara Termografía	T9	4
F3	FF3	MF10	Monitoreo de Condición	Verifica engranaje planetario gira libremente, de lo contrario por favor reemplazarlo	1084	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +engranaje planetario	T10	4
F3	FF3	MF11	Monitoreo de Condición	Verificar el ajuste del acople de la estrella	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Estrella de Transporte	T11	0,2
F4	FF4	MF12	Cambio cíclico	Reemplazar acoplamiento de seguridad	1800	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Acoplamiento de seguridad	T12	2
F5	FF5	MF13	Monitoreo de Condición	Verificar las lecturas de reloj corresponde con la medición hecha con un calibrador pie de rey.	180	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Soporte con manivela con altura	T13	2
F5	FF5	MF14	Cambio cíclico	Reemplazar Cilindro Neumático para lo cual debe retirarlo del almacén stock de repuestos	1800	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Cilindro neumático ref. 5958930201	T14	2
F5	FF5	MF15	Monitoreo de Condición	Realizar verificación de todos los resortes, su elongación por parejas debe ser la misma en su estado de reposo.	180	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Resorte tensión ref. 3429040000 6 mm * 20 mm	T15	0,5

F5	FF5	MF16	Monitoreo de Condición	Verificar la señal del sensor se registra en el panel de control de lo contrario reemplazar	180	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g	T16	1
F5	FF5	MF17	Monitoreo de Condición	Verificar la señal del sensor se registra en el panel de control de lo contrario reemplazar	180	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Sensor inductivo m12* 1 namur l=30mm nf5008/ifa2004-n6m/2g	T17	1
F6	FF6	MF18	Monitoreo de Condición	Verificar Pieza de obturación, si se encuentra torcida reemplazar	720	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Pieza de obturación	T18	2
		MF19	Monitoreo de Condición	Realizar ajuste de la pieza de obturación.	720	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Pieza de obturación	T19	1
F7	FF7	MF20	Monitoreo de Condición	Realizar Termografía y análisis de vibraciones para determinar el estado Servomotor, para lo cual se debe retirar del almacén de stock de Repuestos	1080	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm. Analizador Vibraciones y Cámara Termografía	T20	4
F7	FF7	MF21	Monitoreo de Condición	Realizar ajuste de pines y bases de la bomba	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Bomba 1 26 ml	T21	1
F7	FF7	MF22	Monitoreo de Condición	Realizar ajuste de pines y bases de la bomba	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Bomba 2 6 ml	T22	1
F7	FF7	MF23	Mtto Preventivo	Realizar lubricación al sistema de engranajes, Realizar reemplazo de todos los resorte de tensión de los diferentes trinquetes	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Transmisión	T23	0,8
F7	FF7	MF24	Monitoreo de Condición	Realizar Termografía y análisis de vibraciones para determinar el estado Servomotor, para lo cual se debe retirar del almacén de stock de Repuestos	1080	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm. Analizador Vibraciones y Cámara Termografía	T24	4

F7	FF7	MF25	Monitoreo de Condición	Realizar Termografía y análisis de vibraciones para determinar el estado Servomotor, para lo cual se debe retirar del almacén de stock de Repuestos	1080	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm. Analizador Vibraciones y Cámara Termografía	T25	4
F7	FF7	MF26	Monitoreo de Condición	Realizar verificación de todos los resortes, su elongación por parejas debe ser la mismas en su estado de reposo .	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Resortes de tensión m8*25mm	T26	2
F7	FF7	MF27	Monitoreo de Condición	Verificar los bujes de bronce no se encuentran desgastados generando desalineación de los soportes .	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Soporte agujas	T27	2
F7	FF7	MF28	Monitoreo de Condición	Verificar las agujas ingresan concéntricamente en la boca del frasco, en caso de que esta choque con el frasco se debe enderezar la aguja	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Agujas	T28	0,5
F7	FF7	MF29	Monitoreo de Condición	Desarmar manguera para retirar la obstrucción	90	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Mangueras de Teflón entrada 1/2"X5/8" y 3/8" X 1/2" y salida bombas de 1/4" X 5/16"	T29	0,5
F7	FF7	MF30	Monitoreo de Condición	Verificar Mangueras no se encuentran dobladas o tronchadas, en caso de evidenciarlo se debe reemplazar	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Mangueras de Teflón entrada 1/2"X5/8" y 3/8" X 1/2" y salida bombas de 1/4" X 5/16"	T30	0,5
F8	FF8	MF31	Mtto Preventivo	Realizar limpieza exhaustiva a la aguja de succión utilizando thinner	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Agujas Succión	T31	0,5
F8	FF8	MF32	Monitoreo de Condición	Verificar la distancia entre soportes de la guja corresponde con los parámetros mecánicos de la maquina visualizados en el panel de control	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Aguja de Succión	T32	0,5

F8	FF8	MF33	Mtto Preventivo	Realizar limpieza al vaso de succión evacuando todos los residuos de productos. Verificar el sello inferior del frasco de succión y el sello interno de la válvula de paso de thinner no se encuentran destruidos o con alto grado de deformación, de estarlos proceder a cambiarlos.	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Frasco R	T33	0,5
F9	FF9	MF34	Monitoreo de Condición	Verificar los soportes de caucho en la base del vibrador no se encuentren rotos o quebrados	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Tolva transportadora	T34	1
F9	FF9	MF35	Monitoreo de Condición	Ajustar Riel para lo cual se debe verificar cada uno de sus soportes se encuentran bien asegurados, seguidamente tome una pincel según presentación y deslícela a lo largo del riel, si esta se frena se debe proceder a aflojar en esa sección las tuercas de ajuste hasta que el pincel circule.	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Riel vibratorio	T35	1
F9	FF9	MF36	Monitoreo de Condición	Revisar ajuste general de cada uno de los componentes de la caja hasta que el pincel quede en la posición correcta	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Caja pincel	T36	1
F9	FF9	MF37	Monitoreo de Condición	Verificar el avance y retroceso del cilindro no roza el cuerpo de la caja o aplasta el pincel, de evidenciarse proceder a reemplazar el cilindro	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Cilindro neumático ref. 608734000	T37	1
F9	FF9	MF38	Monitoreo de Condición	Realizar Termografía y análisis de vibraciones para determinar el estado Servomotor, para lo cual se debe retirar del almacén de stock de Repuestos	1080	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm. Analizador Vibraciones y Cámara Termografía	T38	4
F9	FF9	MF39	Cambio cíclico	Reemplazar Cilindro Neumático para lo cual debe retirarlo del almacén stock de repuestos	1800	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Cilindro 6394700000	T39	1
F9	FF9	MF40	Monitoreo de Condición	Verificar la señal del sensor se registra en el panel de control de lo contrario reemplazar	180	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Sensor Pepperl+Fuchs Tipo GI30-IR	T40	1

F10	FF10	MF41	Monitoreo de Condición	1. Revisar los soportes de caucho no se encuentran quebrados o rotos.	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Tolva transportadora	T41	2
F10	FF10	MF42	Monitoreo de Condición	Ajustar Riel para lo cual se debe verificar cada uno de sus soportes se encuentran bien asegurados, seguidamente tome una tapa según presentación y deslícela a lo largo del riel, si esta se frena se debe proceder a aflojar en esa sección las tuercas de ajuste hasta que la tapa circule.	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Riel vibratorio	T42	3
F10	FF10	MF43	Monitoreo de Condición	Realizar ajuste de la caja hasta que la tapa quede en la posición correcta	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Caja tapa	T43	1
F10	FF10	MF44	Cambio cíclico	Reemplazar Cilindro Neumático para lo cual debe retirarlo del almacén stock de repuestos	1800	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Cilindro 5809760001	T44	0,4
F10	FF10	MF45	Monitoreo de Condición	Realizar Termografía y análisis de vibraciones para determinar el estado Servomotor, para lo cual se debe retirar del almacén de stock de Repuestos	1080	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm. Analizador Vibraciones y Cámara Termografía	T45	4
F10	FF10	MF46	Monitoreo de Condición	Verificar las medidas de longitud de las rotulas corresponde con el estándar según parámetros mecánicos	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Rotula o barra articulada	T46	1
F10	FF10	MF47	Monitoreo de Condición	Alinear cilindro, 1. Se debe posicionar un frasco en las mordazas del centrador. 2: Se debe girar el cilindro hasta que la base del frasco se encuentre completamente plana sobre la superficie. 3. Asegurar posición	90	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Cilindro 6394700000	T47	0,5
F10	FF10	MF48	Monitoreo de Condición	Realizar Termografía y análisis de vibraciones para determinar el estado Servomotor, para lo cual se debe retirar del almacén de stock de Repuestos	1080	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm. Analizador Vibraciones y Cámara Termografía	T48	4

F10	FF10	MF49	Monitoreo de Condición	Realizar Termografía y análisis de vibraciones para determinar el estado Servomotor, para lo cual se debe retirar del almacén de stock de Repuestos	1080	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Servomotor d-71642 j12-0060-08-4rvs-ae1 320 vdc 6000rpm. Analizador Vibraciones y Cámara Termografía	T49	4
F10	FF10	MF50	Cambio cíclico	Reemplazar las gomas de los cabezales para lo cual debe tener presente el formato según presentación 7,5ml, 10ml o 13,5 ml	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +cabezal+gomas	T50	0,5
F10	FF10	MF51	Cambio cíclico	Reemplazar Cilindro Neumático para lo cual debe retirarlo del almacén stock de repuestos	1800	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Cilindro neumático 355011001	T51	0,5
F10	FF10	MF52	Monitoreo de Condición	Verificar puntas , vástagos y émbolos(bronce) están completamente derechos(sin bote) y bien asegurados. El vástago se debe lubricar ligeramente y el eje de bronce no debe presentar rayadoras a lo largo de su parte interna.	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Eje de bronce y punta	T52	0,5
F11	FF11	MF53	Monitoreo de Condición	Realizar Termografía y análisis de vibraciones para determinar el estado Servomotor, para lo cual se debe retirar del almacén de stock de Repuestos	1080	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Servomotor 1fk7040-5ak71-1eh3-z 254v 5900rpm. Analizador Vibraciones y Cámara Termografía	T53	4
F11	FF11	MF54	Monitoreo de Condición	Verificar las medidas de longitud de las rotulas corresponde con el estándar según parámetros mecánicos	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Rotula o barra articulada	T54	0,5
F11	FF11	MF55	Monitoreo de Condición	Realizar Termografía y análisis de vibraciones para determinar el estado Servomotor, para lo cual se debe retirar del almacén de stock de Repuestos	1080	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Servomotor d-71642 j12-0060-08-4rvs-ae1 320 vdc 6000rpm. Analizador Vibraciones y Cámara Termografía	T55	4
F11	FF11	MF56	Cambio cíclico	Reemplazar las gomas de los cabezales para lo cual debe tener presente el formato según presentación 7,5ml, 10ml o 13,5 ml	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +cabezal+gomas	T56	0,5

F11	FF11	MF57	Cambio cíclico	Reemplazar Cilindro Neumático para lo cual debe retirarlo del almacén stock de repuestos	1800	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Cilindro neumático 355011001	T57	0,5
F11	FF11	MF58	Monitoreo de Condición	Verificar puntas , vástagos y émbolos(bronce) están completamente derechos(sin bote) y bien asegurados. El vástago se debe lubricar ligeramente y el eje de bronce no debe presentar rayaduras a lo largo de su parte interna.	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Eje de bronce y punta	T58	0,5
F11	FF11	MF59	Monitoreo de Condición	Alinear cilindro, 1. Se debe posicionar un frasco en las mordazas del centrador. 2: Se debe girar el cilindro hasta que la base del frasco se encuentre completamente plana sobre la superficie. 3. Asegurar posición	180	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Cilindro 6394700000	T59	0,5
F12	FF12	MF60	Monitoreo de Condición	Verificar las lecturas de reloj corresponden con la medición hecha con un calibrador pie de rey.	180	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Soporte con manivela con	T60	2
F12	FF12	MF61	Cambio cíclico	Reemplazar Cilindro Neumático para lo cual debe retirarlo del almacén stock de repuestos	1800	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Cilindro neumático ref. 5958930201	T61	2
F12	FF12	MF62	Monitoreo de Condición	Verificar la señal del sensor se registra en el panel de control de lo contrario reemplazar	720	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Sensor Pepperl+Fuchs Tipo GI30-IR	T62	1
F12	FF12	MF63	Monitoreo de Condición	Realizar verificación de todos los resortes, su elongación por parejas debe ser las mismas en su estado de reposo .	90	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Resorte de presión 3671070600	T63	0,5
F12	FF12	MF64	Cambio cíclico	Reemplazar Cilindro Neumático para lo cual debe retirarlo del almacén stock de repuestos	1800	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Cilindro neumático 2680790100	T64	0,5

F12	FF12	MF65	Cambio cíclico	Reemplazar Cilindro Neumático para lo cual debe retirarlo del almacén stock de repuestos	1800	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Cilindro neumático 6342010200	T65	0,5
F13	FF13	MF66	Mtto Preventivo	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Totalizador 20 A	T66	0,5
F13	FF13	MF67	Mtto Preventivo	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Switch de encendido	T67	0,5
F13	FF13	MF68	Mtto Preventivo	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Plc Siemens Simotion S7	T68	0,5
F13	FF13	MF69	Monitoreo de Condición	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Variador de Velocidad	T69	0,5
F13	FF13	MF70	Monitoreo de Condición	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Bloque de Contactores + Dieléctrico	T70	0,5
F14	FF14	MF66	Monitoreo de Condición	Verificar no presenten: daño(ruptura ,grietas), deformación, suciedad, corrosión, ruido, rozamiento	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Unidad de Mantenimiento de 1/2"	T71	1
F14	FF14	MF67	Monitoreo de Condición	Verificar no presenten: daño(ruptura, grietas), deformación, suciedad, corrosión, ruido, rozamiento	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Bloque de Electroválvulas 5 / 2-1/8"	T72	1
F14	FF14	MF68	Monitoreo de Condición	Verificar no presenten: daño(ruptura, grietas), deformación, suciedad, corrosión, ruido, rozamiento	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Electroválvulas 3/2 -1/8"	T73	1

F14	FF14	MF69	Monitoreo de Condición	Verificar no presenten: daño(), deformación, suciedad, corrosión, ruido, rozamiento	120	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Reguladores de Caudal con anti retorno	T74	0,5
F14	FF14	MF70	Monitoreo de Condición	Verificar no presenten: daño(), deformación, suciedad, corrosión, ruido, rozamiento	120	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Mangueras Neumáticas No. 6,	T75	1
F14	FF14	MF71	Monitoreo de Condición	Verificar no presenten: daño(), deformación, suciedad, corrosión, ruido, rozamiento	120	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Racores Rápidos No. 6	T76	1
F15	FF15	MF77	Mtto Preventivo	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Paro de emergencia + Dieléctrico	T77	1
F15	FF15	MF78	Monitoreo de Condición	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, + Dieléctrico	T78	1
F15	FF15	MF79	Monitoreo de Condición	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Switches de Contacto + Dieléctrico	T79	0,5

ANEXO J. PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO ETIQUETADORA PAGO.

Cód. Func.	Cód. FF	Cód. MF	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FR (días)	RECURSOS	Cód.. Tarea	Tiempo Tarea (Hrs)
F1	FF1	MF1	Monitoreo de Condición	Realizar análisis de vibraciones	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Motor 0,25 KW-220V-1395RPM + Analizador de Vibraciones	T1	1
F1	FF1	MF2	Monitoreo de Condición	1. Verificar poleas se encuentren balanceadas y totalmente alineadas entre sí. 2. Verificar correas de transmisión no se encuentran desgastadas, quemadas o con rasgaduras, de estarlo cualquiera de las correas proceda al cambio 3. Verificar la tensión de las correas para esto en el punto medio entre las poleas desplace la correa y su máxima elongación no debe superar 3 cm de estarlo proceda a tensionarlas con el fin de evitar estas patinen sobre sus poleas. 4. Realice limpieza interna del cubículo donde se aloja la transmisión.	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Correas del sistema de Transmisión	T2	1
F1	FF1	MF3	Monitoreo de Condición	Realizar análisis de vibraciones	1084	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Motor Reductor 88843 SG25 15:1 150 NCM + + Analizador de Vibraciones	T3	1
F1	FF1	MF4	Monitoreo de Condición	Revisar el diámetro del orientador es de 3/4", si está por debajo de este diámetro se debe reemplazar	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas, +Rueda de orientación	T4	0,5
F2	FF2	MF5	Monitoreo de Condición	Realizar análisis de vibraciones	1084	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Motor reductor ssn40-1uval-063c21	T5	1

F2	FF2	MF6	Monitoreo de Condición	Reemplazar eslabones de la cadena que evidencie se encuentren aplastados	90	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Correa dentada 25t 10*560.	T6	2
F2	FF2	MF7	Monitoreo de Condición	Reemplazar secciones de eslabones que evidencie se encuentran rotos	720	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Cinta FNI-12E 7430X90/A2002936.	T7	2
F2	FF2	MF8	Monitoreo de Condición	Verificar la banda no presenta rasgadoras ni cortaduras a lo largo de toda su superficie, así mismo verificar no presenta grieta a lo largo el pegue de la banda, de evidenciarse proceder a remplazar	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Cinta FNI-12E 7430X90/A2002936.	T8	6
F2	FF2	MF9	Mantenimiento Preventivo	Verificar el encoder gira libre y contantemente, Verificar con tacómetro la velocidad de la banda superior e inferior es la misma.	180	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Encoder Coretech AM8192BD01_05 .	T9	0,5
F3	FF3	MF10	Monitoreo de Condición	Verificar el ajuste del cilindro corresponde según parámetros mecánicos	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Cilindro neumático dns-20-10-p	T10	0,5
F3	FF3	MF11	Cambio cíclico	Reemplazar cilindro neumático para lo cual debe retirarlo del stock de repuestos del almacén	1800	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Cilindro neumático dns-20-10-p	T11	1
F3	FF3	MF12	Mtto Preventivo	Verificar el sensor emite señal, esto observando si enciende su Led cuando detecta un producto. Realizar limpieza y en caso necesario reemplace el sensor	720	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Sensor fotoeléctrico wt18-3 p430 pnp	T12	1
F4	FF4	MF13	Cambio cíclico	Reemplazar Servomotor, para lo cual se debe retirar del almacén de stock de Repuestos	2160	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Servomotor 0,88 kw bsh0553p01a2a con engranaje	T13	4
F4	FF4	MF14	Monitoreo de Condición	Verificar el acople sincrónico se encuentra bien asegurado y no se ha desplazado de su posición según referencias del eje	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Acople síncrono 0,494,525,3	T14	1

F4	FF4	MF15	Cambio cíclico	Reemplazar el sensor para lo cual debe retirarlo del stock de repuestos del almacén	1800	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Sensor de proximidad im08-02bps-zt1 pnp	T15	0,5
F4	FF4	MF16	Mtto Preventivo	Realizar limpieza al sensor verificando la señal es emitida para lo cual el led debe encender cada vez que se censa un elemento	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Sensor fotoeléctrico wt18-3 p430 pnp	T16	0,5
F4	FF4	MF17	Monitoreo de Condición	Verificar los ajustes mecánicos de las mordazas coinciden con la parametrización estándar	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Mordazas	T17	0,5
F5	FF5	MF18	Cambio cíclico	Reemplazar Servomotor, para lo cual se debe retirar del almacén de stock de Repuestos	2160	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Servomotor 0,88 kw bsh0553p01a2a con engranaje	T18	4
F5	FF5	MF19	Monitoreo de Condición	1. Verificar correas de transmisión no se encuentran desgastadas, quemadas o con rasgaduras, de estarlo cualquiera de las correas proceda al cambio 2. Verificar la tensión de las correas para esto en el punto medio entre las poleas desplace la correa y su máxima elongación no debe superar 3 cm de estarlo proceda a tensionarlas con el fin de evitar estas patinen sobre sus poleas. 4. Realice limpieza interna del cubículo donde se aloja la transmisión.	180	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Correa dentada 25T10X2250 V-PAZ 3MM	T19	1
F6	FF6	MF20	Monitoreo de Condición	Verificar sensor se encuentra posicionado a la distancia correcta de la aplicación de etiqueta, para lo cual la medida debe corresponde según Lup 2345. Así mismo se debe verifica la alineación del ojo del sensor con el reflector es correcta.	90	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + sensor fotoeléctrico con réflex prk 18/414	T20	0,5
F6	FF6	MF21	Mtto Preventivo	Realizar limpieza a los rodillos retirando todos los residuos de pegante que provienen de los rollos de etiquetas	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Rodillos + Alcohol	T21	1

F6	FF6	MF22	Mtto Preventivo	Realizar limpieza a los aplicadores retirando todos los residuos de pegante que provienen de los rollos de etiquetas	30	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Aplicadores + Alcohol	T22	0,5
F7	FF7	MF23	Mtto Preventivo	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Breaker 3X40 Amp Luminex	T23	0,5
F7	FF7	MF24	Mtto Preventivo	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Switch de encendido Maquina	T24	0,5
F7	FF7	MF25	Mtto Preventivo	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + PLC Siemens S7 – 313C	T25	0,5
F7	FF7	MF26	Monitoreo de Condición	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Variador Schneider Lexium 05 (1.2Kw) Variador Schneider Lexium 05 (0.75Kw)	T26	0,5
F7	FF7	MF27	Monitoreo de Condición	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	60	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Bloque de Contactores	T27	0,5
F8	FF8	MF28	Monitoreo de Condición	Verificar no presenten: daño(ruptura, grietas), deformación, suciedad, corrosión, ruido, rozamiento	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Unidad de Mantenimiento de 1/2"	T28	1
F8	FF8	MF29	Monitoreo de Condición	Verificar no presenten: daño(ruptura, grietas), deformación, suciedad, corrosión, ruido, rozamiento	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Bloque de Electroválvulas 5 / 2-1/8"	T29	2

F8	FF8	MF30	Monitoreo de Condición	Verificar no presenten: daño(ruptura, grietas), deformación, suciedad, corrosión, ruido, rozamiento	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Electroválvulas 3/2 -1/8"	T30	1
F8	FF8	MF31	Monitoreo de Condición	Verificar no presenten: daño(ruptura, grietas), deformación, suciedad, corrosión, ruido, rozamiento	120	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Reguladores de Caudal con anti retorno	T31	0,5
F8	FF8	MF32	Monitoreo de Condición	Verificar no presenten: daño(roptura,grietas), deformación, suciedad, corrosión, ruido, rozamiento	120	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Mangueras Neumáticas No. 6,	T32	1
F8	FF8	MF33	Monitoreo de Condición	Verificar no presenten: daño(ruptura, grietas), deformación, suciedad, corrosión, ruido, rozamiento	120	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Racores Rápidos No. 6	T33	1
F9	FF9	MF34	Monitoreo de Condición	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Paro de emergencia	T34	1
F9	FF9	MF36	Monitoreo de Condición	Realizar torqueo de cada una de las borneras de conexión, reemplazar cableado que se encuentre sulfatado, realizar limpieza y aplicar dieléctrico	360	1 Técnico Electromecánico, Caja Herramientas + Switches de Contacto	T35	0,5