



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

**“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS
DE LA EMPRESA PLANHOFA C.A. MEDIANTE EL MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL (TPM)”**

AUTOR: John Manuel Quezada Pedrera

TUTOR: Ing. Mg. Jorge Enrique López Velástegui

AMBATO – ECUADOR

Marzo - 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, bajo el tema: “**DESARROLLO DE UNA PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA PLANHOFA C.A. MEDIANTE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**”. Elaborado por el estudiante John Manuel Quezada Pedrera, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 220038733-6, estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- El presente Proyecto Técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, Marzo 2021

.....
Ing. Mg. Jorge Enrique López Velástegui
TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, John Manuel Quezada Pedrera, con C.I.: 2200387336 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA PLANHOFA C.A. MEDIANTE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)”**, así como también el programa del cálculo del EGE, las tablas de criticidad, análisis AMFE son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Marzo 2021



.....
John Manuel Quezada Pedrera

C.I: 220038733-6

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con los fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Proyecto dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autoría.

Ambato, Marzo 2021



.....
John Manuel Quezada Pedrera

C.I: 220038733-6

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal de grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante John Manuel Quezada Pedrera de la Carrera de Ingeniería Mecánica bajo el tema: **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA PLANHOFA C.A. MEDIANTE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)”**.

Ambato, Marzo 2021

Para constancia firman:

.....
Ing. Mg. Jorge Patricio Guamanquispe Toasa

Miembro Calificador

.....
Ing. Mg. Christian Byron Castro Miniguano

Miembro Calificador

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico con todo mi amor, sacrificio y orgullo a mis padres Manuel Quezada y Daysi Pedrera, pues es a ellos que se los debo por sus esfuerzos, ánimos, alientos, por su apoyo incondicional y especialmente por saberme guiar por el buen camino forjando el hombre profesional que hoy soy.

A mi hermana Leydi Quezada, por enseñarme que no existen cosas imposibles; que con esfuerzo, trabajo y dedicación se consigue todo.

De igual forma con cariño para toda mi familia por ser mi motivación y fortaleza en el transcurso de mi carrera universitaria.

John Quezada

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar de mi hermosa familia, gracias infinitamente al apoyo de mis padres, hermanos, cuñado y cuñada, por apoyarme en todo este camino y por creer en mí, motivándome siempre a superarme y ser una mejor persona cada día.

A mi tutor Ing. Jorge López, por los conocimientos compartidos, por el apoyo y confianza brindada en las aulas y en el transcurso de este proyecto.

Al Ing. Román Soria, gerente general de la empresa PLANHOFA C.A., por permitirme el ingreso a su noble institución a la cual representa y brindarme todas las facilidades necesarias para el desarrollo y culminación del presente trabajo.

Al Ing. Fabricio Bonilla, jefe del área de mantenimiento de la empresa PLANHOFA C.A., por la ayuda, consejos y tutela para el desarrollo del presente trabajo.

Finalmente, a todos mis amigos a los que considero como parte de mi familia, que gracias a ellos nunca me dejaron desmayar en este camino y que de una u otra manera ayudaron a conseguir la meta propuesta.

John Zuezada

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xviii
ABSTRACT	xix
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes investigativos	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 Fundamentación teórica	4
1.3.1 Mantenimiento	4
1.3.2 Plan de mantenimiento	5
1.3.3 Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)	6
1.3.3.1 Definiciones de términos fundamentales del AMFE	6
1.3.3.2 Matriz AMFE	8
1.3.4 Mantenimiento Productivo Total-TPM	9

1.3.4.1	Introducción del TPM	9
1.3.4.2	Especificación del TPM	11
1.3.4.3	Objetivos estratégicos del TPM	11
1.3.4.4	La casa del TPM y sus pilares fundamentales	12
1.3.4.5	Mejoras enfocadas	13
1.3.4.6	Mantenimiento autónomo	13
1.3.4.7	Mantenimiento planificado	14
1.3.4.8	Las 5S	15
1.3.4.9	Las seis grandes pérdidas	16
1.3.4.10	La efectividad global de los equipos (EGE)	19
1.3.4.11	El efecto de la seis grandes pérdidas en la operación del equipo	21
1.3.4.12	Análisis de Criticidad	22
1.3.4.13	Etapas de la Implantación de un programa TPM	26
CAPÍTULO II		28
METODOLOGÍA		28
2.1	Materiales y recursos	28
2.1.1	Recursos humanos	28
2.1.2	Recursos materiales	28
2.1.3	Recursos institucionales	28
2.1.4	Recursos económicos	29
2.2	Metodología	29
2.3	Nivel o tipo de investigación	30
2.3.1	Bibliográfico	30
2.3.2	Descriptivo	30
2.3.3	Aplicada	30

2.4 Flujograma del proyecto-----	30
CAPÍTULO III -----	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	32
3.1 Resumen de la instalación-----	32
3.1.1 Descripción de la empresa -----	32
3.1.2 Misión-----	32
3.1.3 Visión-----	32
3.1.4 Valores Corporativos -----	32
3.1.5 Organigrama -----	33
3.1.6 Proceso de fabricación-----	34
3.2 Desarrollo del programa TPM-----	35
3.2.1 Compromiso de la alta gerencia-----	35
3.2.2 Designación de responsables -----	35
3.2.3 Determinar la instalación de partida-----	36
3.2.3.1 Estudio FODA-----	36
3.2.3.2 Registro de Máquinas -----	37
3.2.4 Plan del TPM -----	39
3.2.4.1 Selección del grupo piloto -----	39
3.2.4.2 Aplicación de las 5S -----	42
3.2.4.3 Implementación de seguridad, higiene y medio ambiente -----	47
3.2.4.4 Claves para la implementación del Mantenimiento Autónomo -----	49
3.2.5 Plan de mantenimiento -----	54
3.2.5.1 Fichas técnicas -----	54
3.2.5.2 Sistemas y elementos de cada máquina-----	71
3.2.5.3 Análisis AMFE-----	83

3.2.5.4 Análisis de la matriz AMFE-----	128
3.2.5.5 Análisis de criticidad-----	128
3.2.5.6 Gamas de mantenimiento-----	149
3.2.5.7 Plan anual de mantenimiento-----	163
3.2.5.8 Efectividad global del equipo-----	178
CAPÍTULO IV-----	186
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----	186
4.1 Conclusiones-----	186
4.2 Recomendaciones-----	187
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	188
ANEXOS-----	191

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Mantenimiento [9] -----	5
Fig. 2 Modelo propuesto de Matriz AMFE -----	9
Fig. 3 Evolución del alcance del TPM [3]-----	10
Fig. 4 Departamentos que debe englobar el TPM [13] -----	11
Fig. 5 Pilares fundamentales del TPM [8]-----	12
Fig. 6 Las 6 grandes pérdidas -----	16
Fig.7 Conceptos del EGE [17] -----	22
Fig. 8 Matriz de criticidad del modelo CTR [21] -----	26
Fig. 9 Diagrama de flujo ocupado para la elaboración del proyecto -----	31
Fig. 10 Organigrama institucional de PLANHOFA C.A.-----	33
Fig. 11 Proceso de fabricación de las pulpas-----	34
Fig. 12 Estudio FODA -----	36
Fig. 13 Determinación Seiri -----	42
Fig. 14 Consideraciones tomar en cuenta para el SEIRI [24] -----	44
Fig. 15 Pasos a seguir para una buena limpieza [25] -----	45
Fig.16 Caja de herramientas-----	48
Fig. 17 Parte de la señalización de seguridad-----	48
Fig. 18 Tarjeta para señalar anormalidades -----	51
Fig. 19 Índice del EGE -----	182
Fig. 20 EGE por presentación del producto-----	183
Fig. 21 Motivos de parada -----	184

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Evolución del mantenimiento [3]-----	5
Tabla 2 Criterios para valorar la detectabilidad [11]-----	7
Tabla 3 Criterios para valorar la frecuencia [11]-----	7
Tabla 4 Criterios para valorar la gravedad [11]-----	8
Tabla 5 Criterios para valorar el IPR [11]-----	8
Tabla 6 Pasos a seguir para realizar el mantenimiento autónomo [13]-----	14
Tabla 7 Calificativo del EGE [5]-----	21
Tabla 8 Escala para valorar la frecuencia de falla [19]-----	24
Tabla 9 Escala para evaluar el impacto operacional [19]-----	24
Tabla 10 Escala para evaluar la flexibilidad operacional [20]-----	25
Tabla 11 Escala para evaluar los costos de arreglo [20]-----	25
Tabla 12 Valores para evaluar la seguridad, ambiente e higiene [20]-----	25
Tabla 13 Etapas y fases del TPM [22]-----	26
Tabla 14 Recursos económicos utilizados-----	29
Tabla 15 Inventario de las máquinas-----	37
Tabla 16 Criterios para seleccionar el equipo piloto-----	39
Tabla 17 Selección del equipo piloto-----	40
Tabla 18 Lista de elementos innecesarios-----	43
Tabla 19 Diligencia de los elementos tarjeteados-----	44
Tabla 20 Procedimiento de limpieza y desinfección [25]-----	46
Tabla 21 Formato para el registro de equipos-----	49
Tabla 22 Tipos de anomalías-----	50
Tabla 23 Datos técnicos de la limpiadora de frutas-----	54
Tabla 24 Datos técnicos de lavadora de frutas-----	55

Tabla 25 Datos técnicos del elevador de paletas -----	56
Tabla 26 Datos técnicos del transportador -----	57
Tabla 27 Datos técnicos de la deshuesadora -----	58
Tabla 28 Datos técnicos del triturador -----	59
Tabla 29 Datos técnicos de la prensa de paso-----	60
Tabla 30 Datos técnicos del pulper de extracción-----	61
Tabla 31 Datos técnicos del termo break -----	62
Tabla 31 Datos técnicos de la olla pulmón-----	63
Tabla 32 Datos técnicos de la bomba de jugo -----	64
Tabla 33 Datos técnicos del pasteurizador de placas -----	65
Tabla 34 Datos técnicos de la selladora automática 3 -----	66
Tabla 35 Datos técnicos de cámara de refrigeración-----	67
Tabla 36 Datos técnicos del caldero-----	68
Tabla 37 Datos técnicos del chiller-----	69
Tabla 38 Datos técnicos del compresor-----	70
Tabla 39 Elementos de la cepilladora de frutas-----	71
Tabla 40 Elementos de la lavadora de frutas-----	71
Tabla 41 Elementos del elevador de paletas -----	72
Tabla 42 Elementos del transportador -----	73
Tabla 43 Elementos de la deshuesadora -----	73
Tabla 44 Elementos del triturador -----	74
Tabla 45 Elementos de la prensa de paso -----	74
Tabla 46 Elementos del pulper de extracción-----	75
Tabla 47 Elementos del termo break -----	76
Tabla 48 Elementos de la olla pulmón-----	77

Tabla 49 Elementos de la bomba de jugo -----	77
Tabla 50 Elementos del pasteurizador de placas -----	78
Tabla 51 Elementos de la selladora automática 3 -----	79
Tabla 52 Elementos de la cámara de refrigeración-----	80
Tabla 53 Elementos del caldero-----	81
Tabla 54 Elementos del chiller-----	82
Tabla 55 Elementos del compresor de aire-----	83
Tabla 56 AMFE de la cepilladora de frutas -----	84
Tabla 57 AMFE de lavadora de frutas -----	86
Tabla 58 AMFE del elevador de paletas-----	89
Tabla 59 AMFE del transportador-----	91
Tabla 60 AMFE de la deshuesadora -----	93
Tabla 61 AMFE del triturador -----	95
Tabla 62 AMFE de la prensa de paso -----	97
Tabla 63 AMFE del pulper de extracción -----	99
Tabla 64 AMFE del termo break -----	102
Tabla 65 AMFE de la olla pulmón agitador -----	105
Tabla 66 AMFE de la bomba de jugo-----	107
Tabla 67 AMFE del pasteurizados de placas -----	109
Tabla 68 AMFE de la selladora automática 3 -----	112
Tabla 69 AMFE de la cámara de refrigeración5 -----	116
Tabla 70 AMFE del caldero -----	119
Tabla 71 AMFE del chiller -----	123
Tabla 72 AMFE del compresor de aire -----	126
Tabla 73 Análisis de criticidad de la cepilladora de frutas-----	129

Tabla 74 Análisis de criticidad de la cepilladora de frutas-----	130
Tabla 75 Análisis de criticidad del elevador de paletas -----	131
Tabla 76 Análisis de criticidad del transportador -----	132
Tabla 77 Análisis de criticidad de la deshuesadora -----	133
Tabla 78 Análisis de criticidad de la prensa de paso-----	134
Tabla 79 Análisis de criticidad del termo break -----	135
Tabla 80 Análisis de criticidad de la selladora automática 3 -----	136
Tabla 81 Análisis de criticidad del caldero-----	138
Tabla 82 Análisis de criticidad del pasteurizador de placas -----	140
Tabla 83 Análisis de criticidad del triturador -----	142
Tabla 84 Análisis de criticidad de la bomba de jugo -----	143
Tabla 85 Análisis de criticidad de la olla pulmón agitador -----	144
Tabla 86 Análisis de criticidad de la cámara de refrigeración 5 -----	145
Tabla 87 Análisis de criticidad del chiller-----	146
Tabla 88 Análisis de criticidad del pulper de extracción-----	147
Tabla 89 Análisis de criticidad del compresor de aire-----	148
Tabla 90 Códigos y frecuencias utilizadas -----	149
Tabla 91 Gama de mantenimiento para las máquinas -----	150
Tabla 92 Plan anual de mantenimiento -----	163
Tabla 93 Capacidad nominal de la selladora-----	178
Tabla 94 Formato para la recolección de datos-----	179
Tabla 95 Tiempos y motivos de paro -----	180
Tabla 96 Datos para el cálculo del EGE-----	181
Tabla 97 Indicadores del EGE -----	181
Tabla 98 Datos del EGE por presentación del producto -----	183

Tabla 99 Tiempos y motivos de paro ----- 184

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto técnico tiene como finalidad introducir la filosofía del TPM (Mantenimiento Productivo Total), para realizar un plan de mantenimiento con proyección de un año de las máquinas más críticas de la empresa PLANHOFA C.A., basándose en la aplicación de las 5S, efectividad global del equipo (EGE), mantenimiento autónomo y planificado. El proyecto establece los formatos necesarios para la gestión del mantenimiento como: fichas técnicas, orden de trabajo, tarjeta roja para los elementos innecesarios, ficha de inspección de máquinas y de servicios externos.

Las actividades propuestas para el mantenimiento de las máquinas críticas son planteadas en base a los manuales, históricos de cada equipo, análisis de criticidad cuantitativo y el análisis modal de fallos y efectos más conocida como AMFE, con los cuales se obtiene los componentes críticos. Por otro lado, se elige una máquina para el cálculo e implementación de la efectividad global del equipo, para lo cual se realiza un formato en Excel para facilitar los cálculos e interpretaciones de los mismos. La que servirá como prueba piloto para aplicar en el resto de máquinas si así lo requiere la alta gerencia.

Todas las actividades para el mantenimiento son organizadas y clasificadas en la gama, para luego plasmarlas en el plan de mantenimiento anual. Por lo tanto, la filosofía de mantenimiento aplicado puede evitar tantas fallas no planificadas como sea posible y así poder brindar productos de excelente calidad al mercado nacional e internacional.

Palabras Clave: TPM, AMFE, NTP 679, criticidad, EGE, modos de falla, gama de mantenimiento.

ABSTRACT

The purpose of this technical project is to introduce the philosophy of TPM (Total Productive Maintenance), to carry out a maintenance plan with a one-year projection of the most critical machines of the company PLANHOFA CA, based on the application of the 5S, global effectiveness equipment (EGE), autonomous and planned maintenance. The project establishes the necessary formats for maintenance management such as: technical sheets, work order, red card for unnecessary elements, machine inspection sheet and external services.

The activities proposed for the maintenance of the most critical machines are proposed based on the manuals, historical data of each equipment, quantitative criticality analysis and the modal analysis of failures and effects, better known as AMFE, with which the critical components are obtained. On the other hand, a machine is chosen for the calculation and implementation of the overall effectiveness of the equipment, for which an Excel format is made to facilitate the calculations and interpretations thereof. The same that will serve as a pilot test to be applied to the rest of the machines if required by senior management.

All maintenance activities are organized and classified in the range, to later translate them into the annual maintenance plan. Therefore, the applied maintenance philosophy can avoid as many unplanned failures as possible and thus be able to provide excellent quality products to the national and international market.

Key Words: TPM, AMFE, NTP 679, criticality, EGE, failure modes, maintenance range.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

En el proceso industrial, el mantenimiento ha pasado por diferentes etapas importantes a lo largo del tiempo. Desde la creación de departamentos de mantenimiento que buscaban reparar las fallas producidas en las máquinas y equipos, hasta la implementación de métodos para actuar en la prevención de fallas y como evitar que las mismas se produzcan. Por lo tanto, surge el mantenimiento preventivo donde luego se muestra el mantenimiento asistido por computadora (GMAO) y el mantenimiento fundamentado en la confiabilidad (RCM). A partir de la década de los 80, se ha desarrollado el TPM o más conocido como mantenimiento productivo total y las actividades recomendadas por el personal de mantenimiento, ahora son realizadas por operadores de producción. El proceso de producción incluye la conversión de materias primas para obtener el producto final [1].

Omar Moya, desarrolló la metodología de implantación del TPM con el fin de reducir: fallas de las máquinas, accidentes de trabajo, e incrementar la eficiencia de las mismas. Durante su trabajo de titulación el autor menciona que implementó: la filosofía de la eficacia general de equipos (EGE), mantenimiento preventivo y mantenimiento autónomo; siguiendo la metodología indicada por el mantenimiento productivo total. Esta investigación concluye que gracias a la implementación del TPM se observa una disminución en los costos de mantenimiento y en la frecuencia de fallas en los equipos [2].

José Lozada, mediante la implementación del TPM en conjunto con el análisis de fallos en base a la NTP 679:2004 e ISO 14224:1999 realizó el análisis de los elementos y permitió reducir el número de fallos en la maquinaria, además también contribuyó para que los costos del mantenimiento sean menos representativos para la empresa [3].

Además, Cesar Tuarez, con base en el mantenimiento productivo total propuso actividades de mantenimiento preventivo. Estas incluyeron inspección de la condición de juntas,

tornillos, limpieza de sensores, lubricación básica. El cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo, que fue del 57% en enero, aumentó al 91% en junio. En resumen, el tiempo de reparación del equipo se redujo, especialmente en el llenado de las botellas, ya que se menciona ser el responsable de establecer la tasa de producción de la línea. Antes del TPM, el tiempo promedio de apagado por daños fue de 1,9 horas (113 minutos) y luego en (78 minutos), lo que corresponde a una reducción de 35 minutos, es decir, lleva menos tiempo reparar la máquina [4].

Desde otro punto de vista, Kevin Brenes, luego de aplicar la filosofía del mantenimiento productivo total (TPM) la empresa aumentó la disponibilidad de las máquinas y equipos, por ende, recomienda capacitar al personal del área de mantenimiento y producción del uso del software, el mismo que permite programar las actividades de mantenimiento y cuando deben ejecutarse. Además, la empresa puede evaluar el uso del software, ayuda a la gestión de la información en el ámbito del mantenimiento y facultar desarrollar y sostener actualizados los indicadores de mantenimiento planteados, los mismos que son de vital importancia para ejecutar un control eficaz en el mantenimiento [5].

En su investigación, Oscar Jurado, menciona que es muy importante la participación de todas las áreas de la empresa al momento de aplicar el TPM, ya que todas las áreas serán responsables de las decisiones y acciones necesarias para su operación. Cuyo plan incluye actividades de limpieza, inspecciones y otros procedimientos que conducen a un aumento en la vida útil de las máquinas y equipos. Las principales acciones que se deben implementar dentro de la empresa son los diagnósticos de mantenimiento; diseño, documentación y análisis, pruebas de reimplementación, y análisis posterior a la implementación. Todas estas instrucciones deben llevarse a cabo en condiciones seguras [6].

A. Pacheco, en su trabajo señala que para el desarrollo de la investigación se debe evaluar el impacto de la implementación del mantenimiento productivo total en la planta de fabricación, y luego tomar decisiones inteligentes para aumentar la eficiencia, la calidad de la planta y el producto [7]. Para aquello se debe tomar en cuenta herramientas y procesos lean, identificar puntos clave, actividades operativas existentes y comprender

problemas y analizar el nivel actual del uso del TPM. También recomienda leer para simplificar y estandarizar el trabajo y finalmente validar la estructura de la evaluación de impacto que trae la mejora. Todo esto después de las consideraciones anteriores, se logró mejorar al haber encontrado la planta en 55.94% de EGE y alcanzar el 59.05% de EGE con un aumento de 3.11% [7].

Finalmente , Lucio Mendoza, realizó el cálculo de la eficiencia global del equipo EGE), mencionando que es una herramienta para analizar y diagnosticar las causas y deficiencias que presentan las máquinas, al tiempo que propone, a las empresas a adoptar diversas medidas adecuadas para aumentar el indicador, donde deben participar todos los encargados de producción y los técnicos de mantenimiento, controlando las estadísticas de disponibilidad, rendimiento y la calidad de los equipos de manera regular [8].

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar un plan de mantenimiento productivo total mediante la filosofía del mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado y la efectividad global de los equipos (EGE) para las máquinas de la empresa PLANHOFA C.A.

1.2.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual de las máquinas para identificar las condiciones de trabajo e implantar los respectivos cuidados.

El presente objetivo será cumplido mediante un formato de ficha técnica, diagnosticando las máquinas por medio del desmontaje e inspección visual.

- Elaborar la ficha técnica de cada máquina la cual ayude a la ejecución del mantenimiento autónomo y planificado.

En base a un formato propuesto y aprobado por la alta gerencia o su delegado, que posteriormente se llenará con los datos de cada máquina intervenida.

- Realizar un análisis de fallos y criticidad de las principales máquinas mediante técnicas de mantenimiento productivo total.

A través de una matriz de análisis modal de fallos y efectos AMFE, basada en la norma NTP 679 y complementada con el modelo de análisis de criticidad semicuantitativo.

- Determinar la efectividad global de los equipos (EGE), con el fin de atacar las debilidades comprobadas por el (EGE) y así promover la mejora continua.

Mediante la ayuda de las ecuaciones de disponibilidad, rendimiento, calidad, las mismas que abarcan todos los parámetros necesarios para el cálculo de la efectividad global de los equipos.

- Elaborar el plan de mantenimiento en base actividades, criterios y análisis de fallas, de modo que procure alargar el tiempo de vida útil y correcta funcionalidad de las máquinas.

Para cumplir con este objetivo nos basaremos en los datos recogidos de las tablas elaboradas como fichas técnicas, matrices AMFE, cálculo del EGE y toda información recopilada en el transcurso del proceso, así con esta información elaborar el plan de mantenimiento, expresando finalmente las conclusiones y recomendaciones del desarrollo total del trabajo.

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Mantenimiento

La norma UNE-EN 13306:2017 define al mantenimiento como la “totalidad de acciones y actividades que mantienen o protegen el estado de los elementos y con ellos alargan su vida de funcionamiento, ya sean operaciones técnicas, administrativas o de gestión” [3]. Hoy en día el mantenimiento no solo se encarga de reparar las averías o daños presentes en una máquina, sino va más allá y pretende prevenirlas conociendo las condiciones en que trabajan los equipos. Para lograr un mantenimiento de calidad donde no existan fallas o averías, es necesario que todo el personal de la empresa se involucre y se comprometa a adoptar las acciones propuestas [3].



Fig. 1 Mantenimiento [9]

Tabla 1 Evolución del mantenimiento [3]

Métodos destinados al:			
Conservar el estado físico del equipo		Conservar el servicio que proporciona el equipo	
1880-1914	1914-1950	1950-1970	1970- hasta la actualidad
MTTO: CORRECTIVO	MTTO. PREVENTIVO	MTTO. PRODUCTIVO	MTTO. PRODUCTIVO TOTAL
Se actuaba en el caso que se presente un fallo grave	Se instauraban tareas para el mantenimiento preventivo	Se basaba en la fiabilidad de la entrega de un buen servicio	Alcanzar la efectividad del Mtto. Preventivo, mediante el compromiso y participación de todos los trabajadores.

1.3.2 Plan de mantenimiento

De acuerdo a la UNE-EN 13306:2011, describe a un plan de mantenimiento al “conjunto de tareas estructuradas y documentadas, las cuales incluyen: operaciones, procesos, recursos, procedimientos y el periodo imprescindible para lograr un mantenimiento de calidad”[10]. El plan diligenciará las acciones enfocadas en: rescatar los beneficios, causados por el deterioro de los componentes de los equipos, evitar todas las averías críticas y significativas para la producción o los costos mediante el mantenimiento

preventivo y por último la el desarrollo e implementación de herramientas que ayuden a identificar el estado, condición de las máquinas de toda la planta [10].

1.3.3 Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)

Es una herramienta de calidad tradicional que se utiliza para identificar y analizar posibles desviaciones de rendimiento o falla, preferiblemente en la fase de diseño. Es un método cualitativo que, por sus características, es útil para la prevención integral de riesgos, incluidos los laborales [11].

Para comprender el diseño de la metodología AMFE, es necesario comprender las funciones que desempeña cada equipo. Posteriormente, se debe considerar el fracaso como un fin a la cabida de dicho elemento para desarrollar un contenido propuesto. Al modo de fallo se lo considera como el elemento inhábil de ejecutar la función solicitada. El error será producto del estado del elemento que falló. Por ende, todos los trabajos de mantenimiento tendrán como objetivo evitar o reducir que los componentes de los equipos se averíen [11].

1.3.3.1 Definiciones de términos fundamentales del AMFE

Seguridad de funcionamiento

Hablamos de seguridad operacional como un concepto integrador, porque además de la confiabilidad de responder a sus funciones básicas, incluye conservación, disponibilidad y seguridad ante posibles riesgos de daño tanto en condiciones normales de operación como ocasionalmente [11].

Detectabilidad

Si durante el proceso se produce una falla o una mala “salida”, es cuestión de qué tan probable es que no lo “detectemos”, para pasar a los siguientes pasos, generando los problemas resultantes y afectando en última instancia al cliente. Cuando más difícil es identificar el problema en cuestión o cuanto más dura, más importantes pueden llegar a ser sus consecuencias [11].

Tabla 2 Criterios para valorar la detectabilidad [11]

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El fallo es obvio. Es imposible que no sea descubierto por las inspecciones rutinarias.	1
Alta	El fallo, aunque es obvio, puede no ser descubierto en una inspección, aunque luego sería descubierto	2-3
Mediana	El fallo es detectable y pueda que no llegue al consumidor.	4-6
Pequeña	El fallo resulta compleja su detección	7-8
Improbable	El fallo resulta imposible su detección	9-10

Frecuencia

Mide la repetitividad potencial o la ocurrencia de una falla específica. En términos de confiabilidad o prevención, la llamamos probabilidad de falla [11].

Tabla 3 Criterios para valorar la frecuencia [11]

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy baja	El fallo no ha presentado en el pasado, pero se podría dar	1
Baja	Casos aislados, se puede esperar que suceda, aunque es poco probable que se presente el fallo	2-3
Moderada	El fallo se presenta ocasionalmente, es probable que se presente algunas veces en la vida del equipo	4-5
Alta	El fallo se ha producido con frecuencia en el pasado del equipo	6-8
Muy alta	Es algo inevitable. El fallo se presentará muy seguido	9-10

Gravedad

Mide el daño normalmente esperado causado por la falla en cuestión, según se lo observa. También se debe considerar el daño máximo esperado [11].

Tabla 4 Criterios para valorar la gravedad [11]

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy baja	El fallo no presenta importancia, por ende, el proceso de producción no se verá afectado.	1
Baja	El fallo presenta pequeños inconvenientes al elaborar el producto o recudir mínimamente el proceso de elaboración.	2-3
Moderada	El fallo genera complicaciones al momento de elaborar el producto.	4-6
Alta	La presencia del fallo puede ser crítico parando la máquina o al proceso de producción del producto.	7-8
Muy Alta	Resultados de la presencia del fallo muy críticos, logrando afectar la seguridad del producto o el proceso de elaboración del mismo.	9-10

El índice de prioridad de riesgo (IPR), se obtiene multiplicando los valores de la frecuencia (F) por la gravedad (G) y por la detectabilidad (D), la multiplicación de los números de estos factores nos da un resultado, mediante el cual se puede determinar la urgencia de las intervenciones y la secuencia de las acciones correctivas. Por ende, los cálculos deben realizarse por todas las razones de falla [11].

$$IPR = F * G * D \quad \text{Ec. (1)}$$

Tabla 5 Criterios para valorar el IPR [11]

VALOR	CRITERIO
500-1000	Elevado riesgo de presentarse fallas
125- 499	Medio riesgo de presentarse fallas
1-124	Bajo riesgo de presentarse fallas
0	Ningún riesgo de presentarse fallas

1.3.3.2 Matriz AMFE

- **Elemento:** Es el grupo de componentes o un medio general a ser examinado de cada máquina [11].
- **Función:** Explica la función que desempeña el componente dentro de la máquina en la cadena de producción o proceso.

- **Modo de fallo:** Muestra los aspectos de cómo los componentes exhiben un trabajo insuficiente durante la producción del producto[11].
- **Causas del modo de fallo:** Indica las causas probables por las cuales se presenta el fallo y como estas afectan al funcionamiento de resto de elementos de la máquina, ocasionando paros ya sean leves o críticos en la producción.
- **Acción correctora:** Son actividades o tareas recomendadas a implementar de inmediato para descubrir probables fallos y prevenir que se originen los mismos [11].


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)			Código					
					Elaborada por	John Quezada				
					Fecha Elabo.	08/10/2020				
					Revisión	1				
MÁQUINA					MODELO		Fecha Rev.	10/11/2020		
MARCA					CÓDIGO		Revisado por.	Ing. Jorge López		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIONES			ACCIÓN CORRECTIVA	RESPONSABLE

Fig. 2 Modelo propuesto de Matriz AMFE

1.3.4 Mantenimiento Productivo Total-TPM

1.3.4.1 Introducción del TPM

El TPM surgió a partir del mantenimiento preventivo en los años cincuenta en Japón, hasta que en los años 70 gracias al Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), que desarrolla el TPM que por aquella época se lo conocía como “Total Member Participation Preventive Maintenance” teniendo un gran éxito, el mismo que le lleva a ganar un premio por mantenimiento preventivo [12]. Este instituto luego desarrolla una tercera generación del TPM a través de las 5S y evaluación de la calidad integral. La cual se implementó y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil, la misma que en poco tiempo formó parte de la cultura corporativa de compañías tales como Toyota, Nissan y Mazda. Al igual que las industrias de proceso basándose de sus prácticas y conocimientos de mantenimiento preventivo lograron implementar el TPM. Un gran ejemplo de aquello es la implementación del TPM en industrias alimenticias [1].

Hoy en día a nivel mundial las empresas emulan la tercera generación del TPM buscando mejorar la productividad, competitividad y la eficiencia total de la organización. Para el desarrollo del TPM se busca considerar desde una fase inicial los procesos y equipos de producción, con la finalidad de facilitar la fabricación, aumentar las condiciones de la calidad, efectividad y minimizar el número de averías que puedan presentar las máquinas [2]. El TPM no es un concepto que pueda o pretenda eliminar a otros sistemas de mantenimiento que se estén aplicando en la planta. Lo que importa no es cómo se llamen, al contrario, debe ser base y apoyo para lograr resultados idóneos en la búsqueda de la mejora de eficiencia general del equipo (EGE) [2].

El resultado final que se busca con la implementación del mantenimiento productivo total, es lograr un conjunto de equipos e instalaciones de producción que sean más efectivos, y buscar reducir las inversiones innecesarias en ellos y así lograr aumentar la flexibilidad del sistema de producción [3].

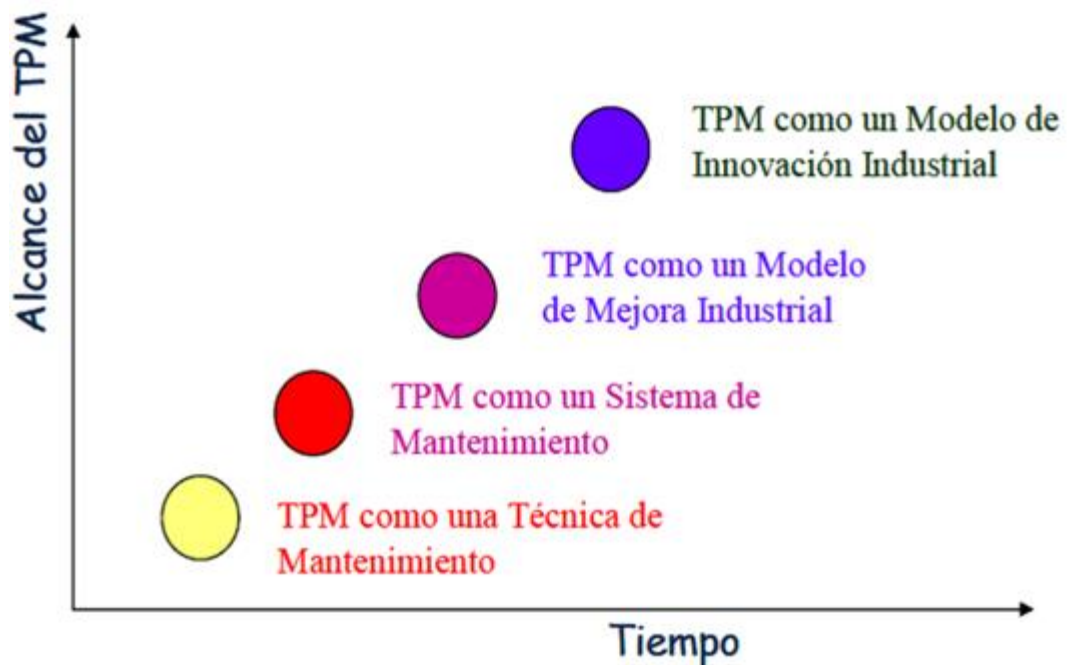


Fig. 3 Evolución del alcance del TPM [3]

1.3.4.2 Especificación del TPM

El TPM o mantenimiento productivo total, es un sistema de gestión o filosofía que busca maximizar la eficacia global de los equipos, tratando de reducir los fallos y evitando todo tipo pérdidas en donde para lograrlo deben intervenir todas las áreas y la totalidad del personal desde los trabajadores de planta hasta la alta gerencia, siempre motivando y promoviendo acciones que mejoren y promuevan el incremento de la eficiencia operativa [13].

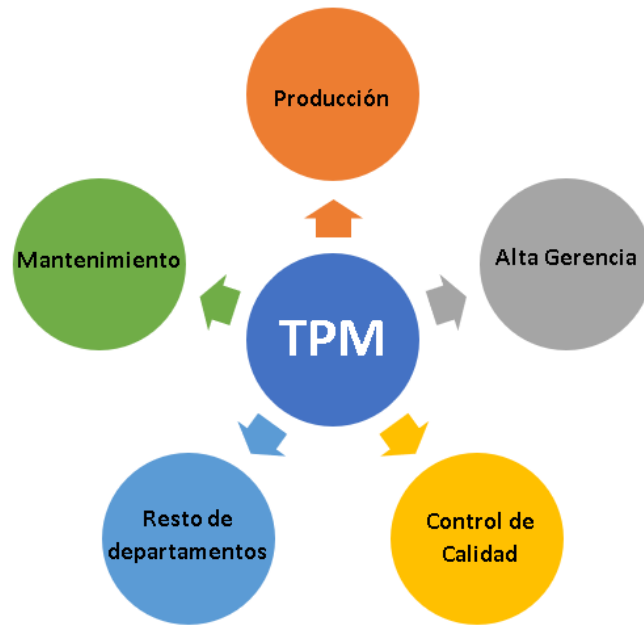


Fig. 4 Departamentos que debe englobar el TPM [13]

1.3.4.3 Objetivos estratégicos del TPM

El TPM tiene como objetivo principal alcanzar y garantizar el alcance constante del rendimiento operativo para todos los procesos y sistemas presentes en la elaboración del producto, mediante la instauración de un sistema fundamentado en la participación de todas las áreas que tenga la empresa [12].

Los objetivos específicos del TPM son:

- Fomentar una estrategia corporativa que maximice la eficiencia de los métodos de fabricación presentes en la planta

- Dirigir la planta con la finalidad de eliminar y reducir todo tipo mermas, asegurando lograr cero accidentes, defectos y fallas.
- Comprometer a todas las áreas trabajadores a colaborar, desde la alta gerencia hasta los empleados de la planta [12].

1.3.4.4 La casa del TPM y sus pilares fundamentales

Los pilares fundamentales que sostienen al TPM son ocho, los mismos que ayudan a la realización y aplicación de un procedimiento estructurado de producción. Su ejecución se apoya al acompañar un procedimiento disciplinado, seguro y eficaz [8].

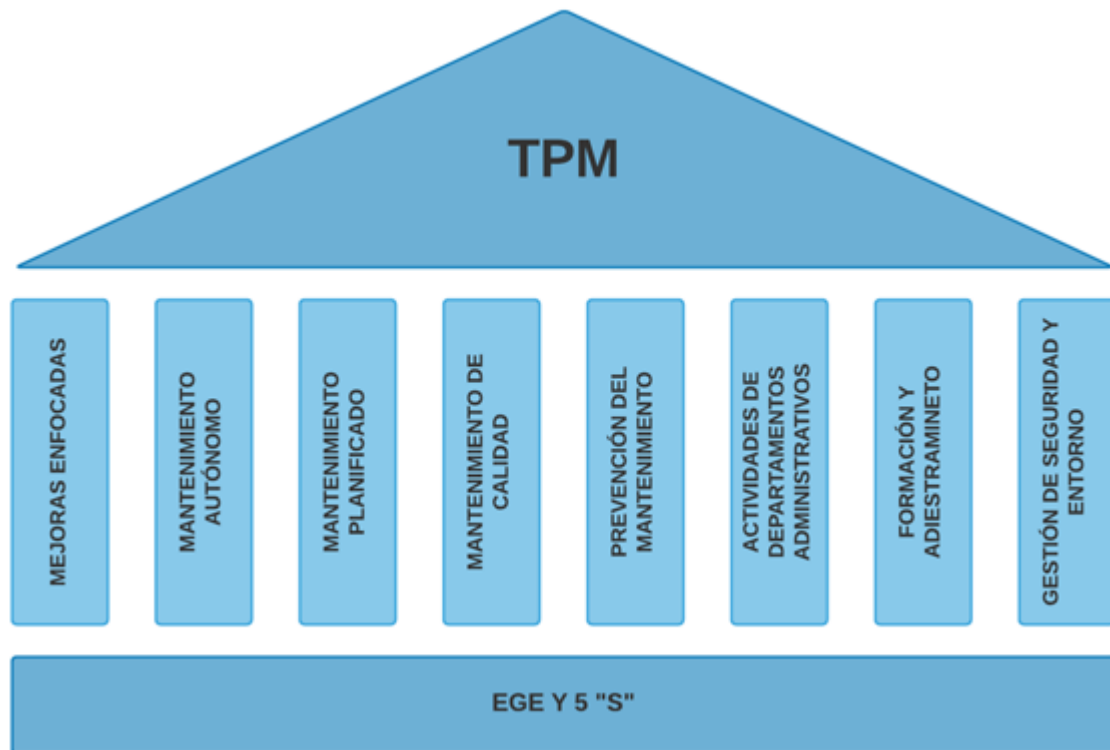


Fig. 5 Pilares fundamentales del TPM [8]

La ejecución de todos los pilares descritos en la figura, no obligatoriamente tienen que ser realizados de manera coincidente, por el contrario, se deberá seleccionar cuáles son los más fundamentales o necesitados por la empresa [5]. Así mismo, estas metodologías no pueden ejecutarse únicamente por el personal de mantenimiento, debido que para lograr

un resultado ecuánime, se requiere de la colaboración de todos los integrantes de la empresa para así alcanzar las metas propuestas [14].

1.3.4.5 Mejoras enfocadas

Las mejoras dirigidas son procedimientos que se despliegan con la colaboración de los diversos departamentos de la cadena de producción, con la finalidad de incrementar la efectividad global de los equipos, procesos y mejorar la distribución de las instalaciones. Todo eso mediante el trabajo colaborativo, organizado y responsable en equipos multidisciplinares, con la finalidad de implementar procedimientos concretos y con particular atención en la supresión de desechos en plantas industriales en nuestro caso del tipo alimenticias, focalizándose aún más cuando se trata de plantas que tratan con frutas [15].

1.3.4.6 Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo se basa en el conocimiento de los encargados de dar mantenimiento como son los operarios, en general deben dominar las condiciones de los equipos, es decir, saber sobre cómo funcionan sus mecanismos, aspectos operativos, como brindarles su respectivo mantenimiento y sobrellevar las averías que se presenten. Además, este mantenimiento pretende establecer y garantizar condiciones para que las máquinas y equipos funcionen correctamente con su máximo rendimiento evitando que se presenten averías [13].

La filosofía que debe estar presente para que se de este tipo de mantenimiento, es que los operarios comprendan el alcance de mantener las condiciones de trabajo, hacer inspecciones preventivas basadas en un cronograma, colaborar en el análisis de problemas y ejecutar el mantenimiento temprano, focalizando las actividades en las acciones más difíciles [3].

El mantenimiento autónomo se basa en un grupo de tareas que ejecutan todos los días los trabajadores encargados sobre los equipos que ocupan, realizado un control, engrasando, limpiando, cambiando herramientas y accesorios o realizando intervenciones menores de

ser necesario, resolviendo las dificultades que se vayan presentando en el transcurso de la jornada, para así mantenerlos en excelentes condiciones de funcionamiento [4].

Tabla 6 Pasos a seguir para realizar el mantenimiento autónomo [13]

PASO	NOMBRE	TAREAS
1	Inspección y limpieza	Erradicar la suciedad, fugas y polvo. Documentando las actividades realizadas en formatos.
2	Medidas correctivas	Precaver que las máquinas y sus componentes no se ensucien y presenten fallos menores. Eliminar o reubicar elementos innecesarios dentro de la planta. Aminorar el tiempo utilizado para las tareas de limpieza.
3	Estructuración de parámetros para la inspección	Elaborar y ejecutar estándares para la lubricación, limpieza y apriete de las partes y componentes de las máquinas.
4	Vigilancia general	Realizar las inspecciones generales de acuerdo a los cronogramas preestablecidos. Eliminar los paros producto de fallos pequeños y acrecentar el entendimiento de cómo solucionar los mismos.
5	Vigilancia automática	Generar e implantar procedimientos y estándares para vigilar el cumplimiento del mantenimiento autónomo.
6	Normalizar	Estandarizar los procedimientos y estándares de vigilancia propuestos en el paso 5.
7	Verificación	Finalmente adoptar políticas fundamentadas en normas y verificar su cumplimiento.

1.3.4.7 Mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado tiene como alcance erradicar los inconvenientes presentados en las máquinas mediante mejoras, prevención y actividades evitables. Para la adecuada gestión de las tareas de mantenimiento se requiere información, entendimiento de los datos, competencia para plantear recursos, gestión de las técnicas de mantenimiento, motivación y organización del equipo de trabajo encargado de realizar las actividades. Con esto se logra llegar a cumplir con el objetivo primario del TPM que indica las siguientes condiciones: cero desperdicios, sin fallas, sin defectos, sin accidentes y sin contaminación. Estas actividades son ejecutadas por el personal de mantenimiento [8].

1.3.4.8 Las 5S

Las cinco “S” nacieron en Japón, concretamente en la multinacional Toyota en 1960, con el principal objetivo de lograr permanentemente áreas de trabajo más limpias y ordenadas, logrando así una mayor productividad en elaboración de sus productos [5].

La metodología 5S se basa o refiere de cinco pilares adoptados por los japoneses, que no más que acciones conceptualmente simples y no requieren una capacitación extensa del personal, pero para lograr resultados se debe implementar de una manera rigurosa, disciplinada y ordenada [5].

Las 5S son:

- ***Seiri (Clasificar)***: La clasificación u organización consiste en eliminar todo lo que no se necesite en el lugar de trabajo y conservar solo lo necesario. Para la eliminación de elementos se debe antes una clasificación según su categoría.
- ***Seiton (Ordenar)***: Lo que no funciona se debe desechar y los elementos como partes de máquinas o herramientas de trabajo que, si sirven, deben colocarse en un lugar específico, el cual sea estratégico y de fácil acceso. Además, se deben elaborar rótulos que estén visibles y normativas para facilitar el pedido permanente de equipos y herramientas. Estos se pueden organizar según su: frecuencia de usabilidad y mediante su contemplada dentro de la planta [7].
- ***Seiso (Limpiar)***: La limpieza consiste en localizar las fuentes de suciedad o los motivos, para su posterior corrección, además de concentrar esfuerzos para que no se vuelvan a presentar. Una máquina limpia está vinculada al correcto funcionamiento del equipo y presenta una producción de calidad debido a que no expuesta a la contaminación que pueda afectar las características de producto. Es importante tener claro que la limpieza debe estar integrada por tareas de mantenimiento diarias, ya antes habiendo localizado las fuentes de suciedad [5].
- ***Seiketsu (Estandarizar)***: La estandarización ayuda a crear una forma consistente de realizar las tareas y procedimientos enfocadas en los sistemas de producción y

mantenimiento, la creación de estándares también ayuda a realizar trabajos de limpieza eficaces comprobando su cumplimiento [5].

- **Shitsuke (Disciplinar):** La disciplina consiste en adquirir el hábito de seguir correctamente los procedimientos correctos. Incluye el cumplimiento de los estándares y normas en las que participó el trabajador a lo largo de la metodología, así como la comprensión y respeto por los demás trabajadores [5].

1.3.4.9 Las seis grandes pérdidas

El TPM incrementa cuantiosamente la eficacia de las máquinas por medio de dos tipos de actividades:

- **Cuantitativa.** Incrementando los recursos y disponibilidad de las máquinas, para mejorar su rendimiento en una etapa de tiempo determinado.
- **Cualitativa.** Aminorando la cifra de productos deficientes, garantizando e incrementando la calidad [5].

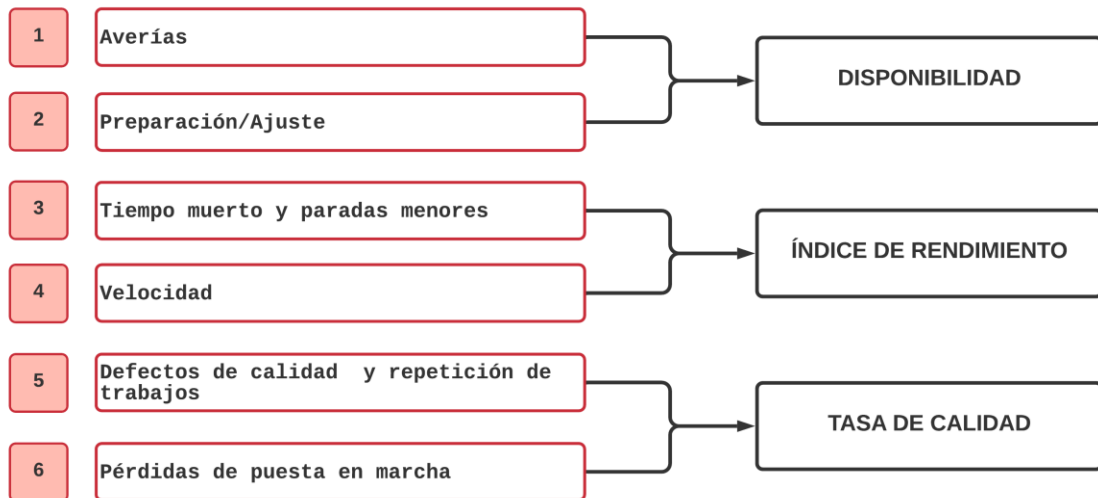


Fig. 6 Las 6 grandes pérdidas

La efectividad global del equipo se rige por las seis clases de pérdidas que son las siguientes:

Pérdidas por averías

Los defectos por averías frecuentemente suceden eventualmente y son sencillas de localizar debido a que son parcialmente trágicas, la máquina se para por completo. En otras ocasiones las fallas de funcionamiento pequeñas permiten que la máquina siga trabajando, pero con un mínimo nivel de eficacia [14].

En general, las fallas pueden ser causadas por todo tipo de factores, pero a menudo solo notamos los grandes fallos y tomamos en cuenta los fallos más pequeños que también cooperan. Los fallos enormes merecen el mayor interés, pero también los fallos pequeños merecen la misma atención, porque se aglomeran y pueden causar averías en la maquinaria. De modo que a la mayoría simplemente se los ignora teniendo aspectos que no se toma en cuenta como tornillos sueltos, abrasión y suciedad dando como resultado máquinas con una reducida eficiencia [14].

Pérdidas por preparación y ajuste

Las mermas por preparación y ajuste son mayormente provocadas por pausas que suceden en el transcurso del proceso de equipamiento de las máquinas por ejemplo cambio de herramientas y ajuste de parámetros entre otras. Las mermas por ajuste inician cuando se concluye de manufacturar un producto y finalizan cuando se obtiene la calidad corriente en la elaboración del siguiente producto. Este tipo de ajustes son aquellos que demoran más. Ocasionalmente, los ajustes son obligatorios producto de la carencia de rigidez o cierta disconformidad mecánica. Teniendo en cuenta que para intentar aminorar las cifras de ajustes, se debe iniciar indagando los mecanismos de ajuste y apartar los ajustes en eludibles (que se logren arreglar) e ineludibles (que no logren arreglar) [5].

Pérdidas por tiempos muertos y paradas pequeñas

Al contrario de las averías normales, el tiempo de inactividad y el tiempo de paradas breves son resultado de dificultades transitorias del equipo. Por ejemplo, el producto se atranca en la tolva o falla de una cierra de corte por acumulación de restos de plástico, ocasionando frenar o parar parcialmente el equipo [14]. Dado que el tiempo de inactividad y los periodos cortos se consiguen recuperar con simplicidad, hay una inclinación a

olvidarlos y no tomarlos en cuenta como mermas. Pero en todo caso son mermas y deben ser entendidos por todos. Por el contrario, luego de ilustrar esto, puede verse complicado de entender la importancia de las mermas, generando acciones graves que pueden afectar al proceso de producción [14].

Pérdidas por reducción de velocidad

Las mermas por disminución de velocidad se ocasionan debido a que hay una desigualdad entre la rapidez pronosticada en el diseño de la máquina y su rapidez de marcha real o existente actualmente. Las mermas debidas a la desaceleración generalmente se ignoran, aunque con un obstáculo a tomar en cuenta para lograr una buena eficiencia del equipo y deben considerarse cuidadosamente. La meta debe ser erradicar el retardo que hay de por medio entre la velocidad de diseño y la real [14].

Desperfectos de calidad y repetición de trabajos

Los desperfectos de calidad y reprocesamiento son mermas provocadas por desperfectos presentes en la maquinaria. Frecuentemente estos desperfectos eventuales se reparan sencillamente y ágilmente reintegrando el equipo a su etapa de funcionamiento usual. Estos defectos incluyen aumentos repentinos en el número de fallos u otras averías más dramáticas. Por el contrario, los motivos de los desperfectos graves son complicados de reconocer o identificar su origen. Los arreglos rápidos no siempre son buenos para reparar la condición del equipo ya que rara vez suelen solucionar los problemas y las circunstancias que verdaderamente originan el error pueden desecharse [5].

Para la eliminación de defectos crónicos se requiere una investigación a profundidad y medidas innovadoras, las condiciones que causan los defectos deben determinarse y luego controlarse efectivamente. Por lo que el objetivo principal siempre será eliminar los fallos desde la raíz[14] .

Pérdidas por puesta en marcha

Las mermas entre la puesta en marcha y la producción permanente se producen debido a la reducción del rendimiento entre el tiempo de puesta en marcha de la máquina y la producción estable. Estas mermas son dificultosas de reconocer y su relevancia cambia

dependiendo de la consistencia de las condiciones de trabajo, existencia y manejo de formatos, aprendizaje de los obreros y otros factores [14].

1.3.4.10 La efectividad global de los equipos (EGE)

Es un indicador que muestra las pérdidas reales de un equipo medidas en el tiempo. Este indicador es el más trascendental para averiguar el grado de competitividad con el que cuenta una planta industrial. Está compuesto de tres componentes que son : disponibilidad, eficacia de rendimiento y tasa de calidad de los productos [16].

El EGE es un índice importante dentro del proceso de introducción y durante el desarrollo del TPM. El cual responde de una manera eficaz a las acciones realizadas tanto para el mantenimiento autónomo como para otros pilares del TPM: una excelente valoración inicial del EGE logra la identificación de áreas sumamente críticas en las cuales se puede proceder a ejecutar un piloto. Que servirá para que la alta gerencia proporcione el apoyo necesario para la implementación del proyecto y examinar el grado de las mejoras logradas en la instalación [16].

Las cifras brindadas por el EGE permiten guiar en la implementación del TPM y además ayuda a decidir qué clase de herramientas se debe emplear para estudiar los distintos fenómenos y problemas. También se encarga de la elaboración de índices comparativos entre fábricas (evaluación comparativa) con equipos similares u otros. Para las complejas líneas de producción se debe calcular el EGE para cada equipo, la información recopilada servirá para establecer el equipo en el que es necesario incidir con mayor prioridad las acciones del TPM [16].

Algunos gerentes de planta creen que no es nada útil tener un valor de EGE global para una cadena de producción o una empresa completa, debido a que pueden cambiar las causas que se dan diariamente y que producto de aquello el enfoque del TPM no se aprecie de una manera adecuada el EGE global. Por ende, la mejor alternativa es establecer un valor de EGE por cada equipo, enfocándose en los más críticos o el equipo que ha sido elegido como piloto o modelo [3].

Cálculo de la efectividad global de los equipos (EGE):

$$EGE = (\text{Disponibilidad}) \times (\text{índice de rendimiento}) \times (\text{Tasa de calidad})$$

Disponibilidad

La disponibilidad (D) evalúa las mermas provocadas por paradas no planificadas. Mostrando el lapso de tiempo que el equipo realmente funciona [16].

$$D = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo productivo o planificado (TP)}} \quad \text{Ec. (2)}$$

$$\text{Tiempo disponible} = TP - \text{Tiempos muertos} \quad \text{Ec. (3)}$$

$$\text{Tiempo productivo (TP)} = \text{Turno} - \text{Descansos} \quad \text{Ec. (4)}$$

Índice de rendimiento

Este índice evalúa las mermas de rendimiento provocadas por fallas del equipo y funcionamiento a velocidades por debajo a la velocidad de diseño contemplada por el diseñador o fabricante de la máquina [3].

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo produciendo}} \quad \text{Ec. (5)}$$

Tasa de calidad

Las mermas de calidad indican el tiempo que toma elaborar productos defectuosos. El tiempo perdido se da debido a que toca destruir o reelaborar el producto. En el caso de que todos o en su mayoría de los productos sean perfectos, estas pérdidas de tiempo no se producen durante el funcionamiento del equipo [5].

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Tiempo total produciendo buenas}}{\text{Tiempo total produciendo}} \quad \text{Ec. (6)}$$

Clasificación del EGE

El valor total del EGE se utiliza para catalogar un equipo, una o varias cadenas de producción, también una empresa completa, entre las más destacadas de su clase, logrando así excelentes resultados[5].

Tabla 7 Calificativo del EGE [5]

Valor EGE	Calificativo	Efectos
<65%	Inadmisible	Considerables perjuicios económicos. Poca competitividad
≥65% - <75%	Normal	Perjuicios económicos. Tolerable solo si se realizan mejoras
≥75% - <85%	Admisible	Pocos perjuicios económicos. Competitividad baja
≥85% - 95%	Buena	Se empieza a lograr valores “World Class”. Buena competitividad
≥95%	Muy Buena	Se logra valores “World Class”. Excelente competitividad

1.3.4.11 El efecto de la seis grandes pérdidas en la operación del equipo

El objetivo del TPM es incrementar la eficacia de las máquinas y así cada una pueda funcionar y mantenerse en optimo nivel. Los trabajadores y los equipos deben operar de la mano en condiciones de cero fallas y cero defectos. Si bien es difícil lograrlo o acercarse a cero, creer que se lo puede lograr es un requisito importan para el éxito del TPM [3].

Para poder entender de mejor manera el criterio y el declive en el que se basa el EGE, se muestra en la siguiente figura como intervienen las 6 grandes pérdidas en el cálculo de cada uno de los indicadores del EGE.

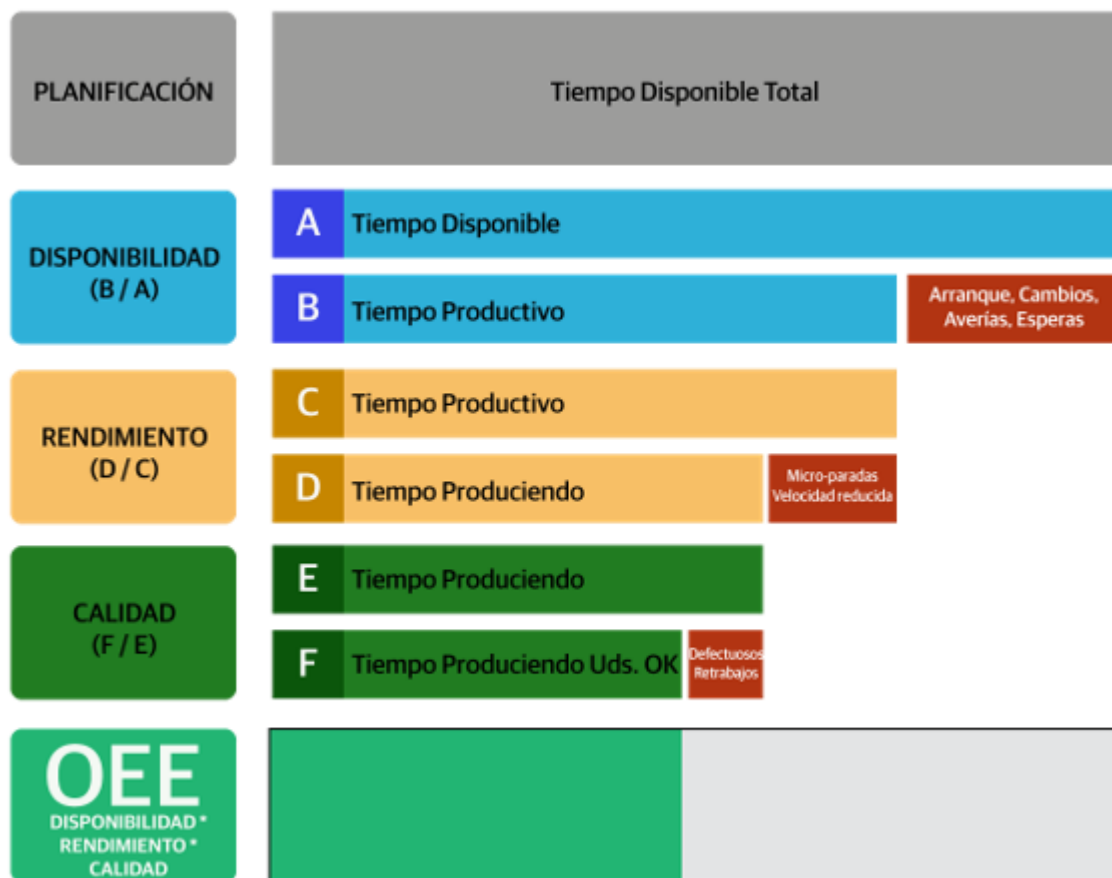


Fig.7 Conceptos del EGE [17]

1.3.4.12 Análisis de Criticidad

Al determinar el análisis crítico, se debe utilizar herramientas concretas que puedan reconocer y organizar la importancia de los activos en una planta industrial o empresa. Dicho de otro modo, el proceso de análisis de criticidad permite determinar la importancia y los efectos de posibles eventos de falla en la cadena de producción [18].

Modelo de criticidad semicuantitativo

El modelo de “severidad o criticidad total por riesgo (CTR)” que se presenta a continuación es una técnica de análisis semicuantitativo muy simple y practico, apoyado en el criterio de riesgo, que se entiende como el resultado de multiplicar la frecuencia de falla por su severidad. Este procedimiento ha sido desplegado mayormente por empresas

consultoras y empresas internacionales, siendo adecuado para la implementación en la industria alimenticia [18],[19].

A continuación, se muestran las ecuaciones que intervienen en la jerarquización de los sistemas y componentes partiendo del modelo CTR.

$$\textit{Criticidad Total} = FF * C \quad \textit{Ec. (7)}$$

De donde tenemos que:

FF: Es la frecuencia de fallos en un lapso de tiempo, por ejemplo: #Fallos/año

C: Son las consecuencias producto de los fallo [19].

$$\textit{Consecuencia de fallos} = (IO * FO) + CM + SHA \quad \textit{Ec. (8)}$$

De donde:

IO: Es el indicador del impacto en la elaboración del producto

FO: Indicador de la ductilidad operacional

CM: Indicador de los costos de los arreglos que pueda presentar cada elemento

SHA: Indicador del factor de la seguridad, higiene y ambiente [19].

Frecuencia de falla

De acuerdo con esta norma, el estado de cada equipo involucrado en el proceso de producción de la empresa se evalúa con base en el número de fallas que ocurrieron en aproximadamente de 8 a 9 meses [18]. La norma se basa en los datos proporcionados por el personal encargado, que son responsables de proporcionar la información, basándose en los históricos de cada equipo y anotaciones extras [19].

Tabla 8 Escala para valorar la frecuencia de falla [19]

Descripción	Valor
Se presentan fallos \geq a 5 por año	4
Se producen fallos de 3 a 4 por año	3
Se presentan 2 fallos por año	2
Se presentan al menos un evento al año	1

Impacto operacional

Con base en este estándar, se puede evaluar el impacto de las fallas del equipo. Durante un período de implementación de 8 a 9 meses, utilizar la información recopilada del informe de fallas para desarrollar el impacto operativo[19].

Este estándar se puede estandarizar por escala según el tipo de fallas y su impacto en la producción, como se muestra a continuación [20].

Tabla 9 Escala para evaluar el impacto operacional [19]

Descripción	Valor
Detención total de la máquina, parando la producción en un 100%	10
Detención parcial de la máquina, parando la producción en un 75%	7
Reducción en el rendimiento de la máquina, reduce la producción en un 55%	5
Se presenta leves paros en la máquina, reduce la producción en un 25%	3
No se presenta ningún efecto	1

Flexibilidad operacional

La flexibilidad operacional se puede estandarizar en base a que la empresa cuente con activos o repuestos de reserva que cumplan con los requisitos de la línea o elemento afectado [19].

Tabla 10 Escala para evaluar la flexibilidad operacional [20]

Descripción	Valor
No se dispone de repuestos de respaldo	4
Se dispone de repuestos limitados	2
Se dispone con repuestos para cubrir el fallo	1

Costos de mantenimiento

Para este análisis se consideró el costo de repuestos y mano de obra adicional de la empresa emplea para los trabajos de mantenimiento [20].

Tabla 11 Escala para evaluar los costos de arreglo [20]

Descripción	Valor
Los costos de arreglo y repuesto superan los \$500	2
Los costos de arreglo y repuesto no menores a \$500	1

Impacto de seguridad, ambiente e higiene

En este apartado se evalúa el impacto de la máquina o componente que puede afectar la seguridad de los trabajadores en caso que falle. También se considera las consecuencias que puede ocasionar el fallo en el ambiente e higiene [20].

Tabla 12 Valores para evaluar la seguridad, ambiente e higiene [20]

Descripción	Valor
Alto riesgo de producir afecciones en las salud o ambiente.	8
Riesgo medio de producir afecciones en la salud o ambiente.	6
Riesgo leve de afección al trabajador, salud o ambiente.	3
No genera afección a la integridad del trabajador, ni afecta a la salud o ambiente	1

Matriz de criticidad semicuantitativo “CTR”

El formato de matriz para evaluar la criticidad planteada a continuación, brinda jerarquizar los elementos o componentes en tres zonas:

- La parte de color blanco es la zona de elementos y componentes (NC) no críticos o de baja criticidad.
- La parte de color amarillo es la zona de elementos y componentes (MC) de criticidad media.
- La parte de color rojo es la zona de elementos y componentes (C) críticos o de criticidad alta.

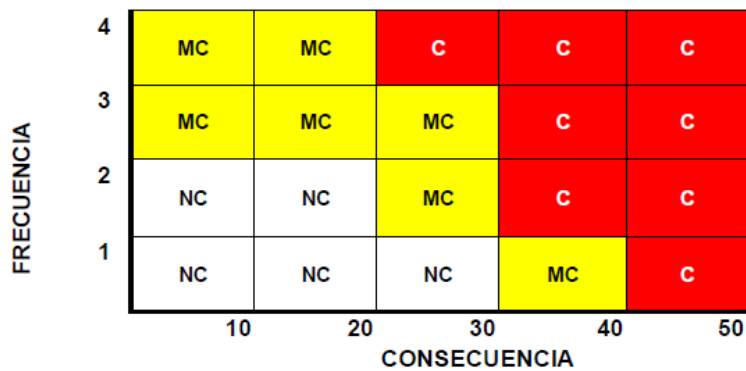


Fig. 8 Matriz de criticidad del modelo CTR [21]

1.3.4.13 Etapas de la Implantación de un programa TPM

Tabla 13 Etapas y fases del TPM [22]

Etapa	Pasos	Aspecto de gestión
1 planificación	1. Decisión de implementar el TPM	La persona encargada de la empresa revela su deseo de implementar la filosofía TPM, e informa de aquello a la totalidad de trabajadores.
	2. Informar sobre el TPM	Introducir actividades de promoción de información del TPM en todas las áreas de la empresa.
	3. Estructurar el TPM	Establecer juntas con todas las áreas para fomentar el TPM.

Tabla 13 Continuación

	4. Metas y políticas TPM	Analizar las condiciones actuales y plantear objetivos y proveer sus resultados.
	5. Proyecto de ejecución TPM	Desarrollar un plan detallado, incluyendo las actividades a realizar y un cronograma estimado
2 introducción	6. Comienzo del TPM	Se lo debe realizar en conjunto con todo el personal de la empresa, y si se puede con el personal externo que prestan sus servicios.
3 implantación	7. Incrementar la eficiencia de los equipos	Se debe elegir una o varias máquinas que presenten pérdidas o fallos, de cuales se analizaran el origen de los mismos para tomar medidas correctivas.
	8. Hacer un programa de mantenimiento autónomo	Sobre la base del mantenimiento básico y la formación suficiente, permita que los operadores que utilizan el equipo participen en el mantenimiento diario.
	9. Hacer un programa de mantenimiento planificado	Incluyendo mantenimiento regular y predictivo
	10. Capacitar para mejorar las capacidades de operación y mantenimiento	Entrene al líder de cada grupo y luego enseñe a todo el personal de la empresa
	11. Dirección ágil de los equipos	Diseñar equipos con una buena seguridad
4 consolidación	12. Integrar el TPM	Conservar y acrecentar los resultados conseguidos a través de un plan de mejora continua, mejorando los objetivos.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales y recursos

Para el desarrollo del presente proyecto técnico se tendrá en cuenta los siguientes materiales y recursos.

2.1.1 Recursos humanos

El proyecto estará a cargo del autor y del docente tutor quien dirigirá al estudiante durante el progreso de desarrollo.

- Estudiante: John Quezada
- Docente tutor: Ing. Mg. Jorge López
- Gerente general de PLANHOFA C.A.: Ing. Román Soria
- Jefe en el área de mantenimiento: Ing. Fabricio Bonilla

2.1.2 Recursos materiales

- Computador
- Internet
- Manuales de equipos
- Materiales de oficina
- Norma NTP 679

2.1.3 Recursos institucionales

- La biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato, para la investigación de datos esenciales en el desarrollo del plan de mantenimiento.
- Instalaciones de la empresa PLANHOFA C.A.

2.1.4 Recursos económicos

En la siguiente tabla se detallan los costos económicos utilizados en el desarrollo del trabajo técnico, donde se precisan los recursos necesarios y el monto total, el cual será financiado por el autor en su totalidad es decir el 100%.

Tabla 14 Recursos económicos utilizados

Detalle	Total
Transporte	\$100
Materiales de oficina	\$200
Internet	\$100
Computador	\$150
Imprevistos	\$100
Total	\$1000

2.2 Metodología

Para ejecutar este proyecto técnico, es necesario utilizar materiales como computador, sitios web y material de oficina, que son fundamentales para la recolección, análisis e interpretación, con el fin de contar con una base de datos que permita realizar planes de mantenimiento de las máquinas más críticas de la empresa.

El método se basa en el principio del Mantenimiento Productivo Total (TMP), recopilando información bibliográfica de libros, artículos y reglamentos relacionados con el mantenimiento.

El análisis modal de fallos y efectos AMFE será evaluado mediante los procedimientos recomendados por la nota técnica de prevención NTP 679, esta herramienta es una de las tradicionales empleadas en el ámbito de la calidad para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos, preferente en la fase del proceso. Se trata de un método cualitativo que, por sus características resulta de utilidad para la prevención integral de riesgos, incluidos los laborales.

2.3 Nivel o tipo de investigación

2.3.1 Bibliográfico

Para el desarrollo de la investigación este método es indispensable, ya que la misma deberá ser correctamente fundamentada mediante la ayuda de libros, tesis, artículos científicos, sitios web, normas y revistas.

2.3.2 Descriptivo

La descripción detallada de las actividades, criterios, análisis y parámetros óptimos para la adecuada ejecución de un mantenimiento por medio de la ayuda de un mantenimiento productivo total TPM.

2.3.3 Aplicada

Mediante el desarrollo del plan de mantenimiento a través de la recolección de datos y análisis de fallas, será posible establecer que tiempo de vida útil de las máquinas de la empresa PLANHOFA C.A, incrementando el mismo de forma que garantice la correcta funcionalidad de las mismas.

2.4 Flujograma del proyecto

En el siguiente diagrama de flujo se explica de manera detallada los pasos a seguir para la elaboración de los distintos documentos que intervienen en el proyecto.

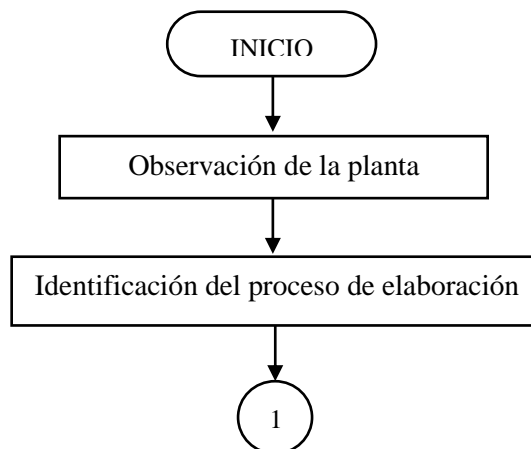


Fig. 9 Diagrama de flujo ocupado para la elaboración del proyecto

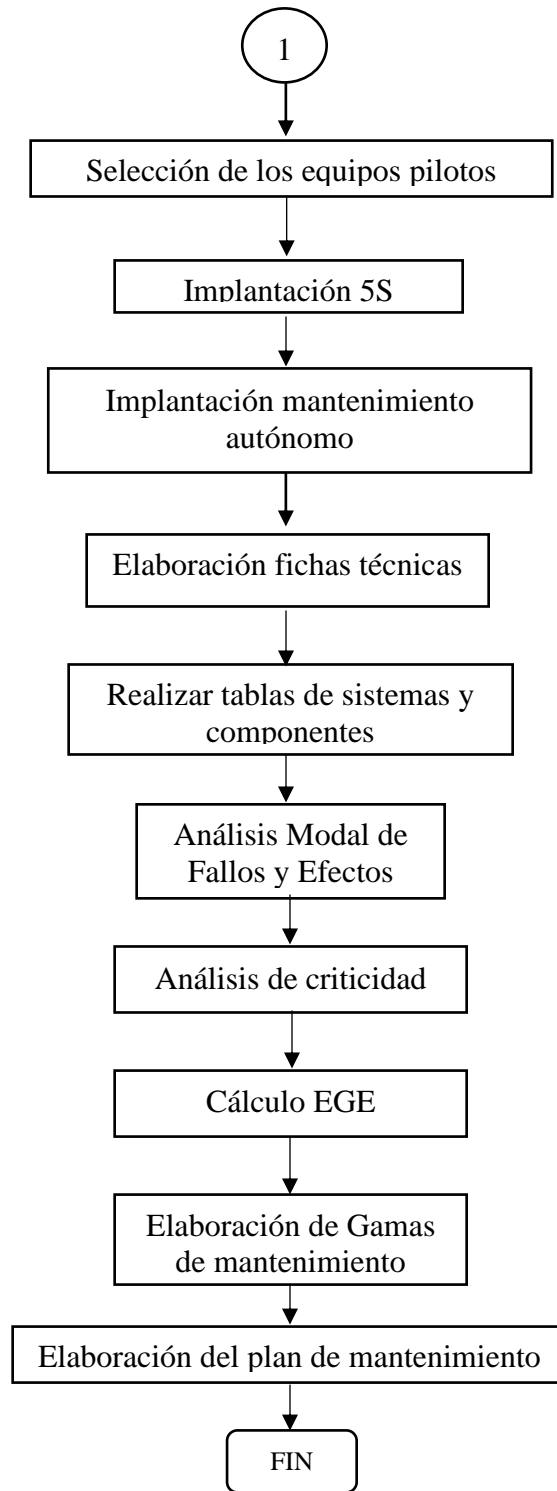


Fig. 9 Continuación

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resumen de la instalación

3.1.1 Descripción de la empresa

La empresa PLANHOFA C.A. es un proyecto creado gracias al “Convenio de Cooperación Económica, Industrial y Técnica” firmado por los gobiernos de Italia y Ecuador en 1981, con la finalidad de fortalecer, acrecentar y diversificar sus relaciones en este campo. Es una empresa Agroindustrial, transformadora de productos hortofrutícolas, ubicada en la ciudad de Ambato, su dirección es Av. El Cóndor s/n y Av. Bolivariana (junto al Mercado Mayorista), dentro de su catálogo de productos, ofrece pulpas de frutas pasteurizadas y congeladas, mermeladas orgánicas, concentrados de frutas, Agua en diferentes presentaciones [23].

3.1.2 Misión

Somos una empresa agroindustrial honesta, comprometida y dedicada a impulsar el desarrollo de pequeños y medianos productores agrícolas mediante la transformación e industrialización de frutas y vegetales en productos y servicios de calidad para nuestros clientes [23].

3.1.3 Visión

Ser una empresa competitiva y líder del mercado nacional en la comercialización y exportación de productos hortofrutícolas y que contribuya a generar desarrollo agrícola y social en su área de influencia [23].

3.1.4 Valores Corporativos

Ética, alta calidad, satisfacción de los consumidores, clientes, proveedores, empleados y socios, creatividad e innovación, trabajo y compromiso del equipo [23].

3.1.5 Organigrama

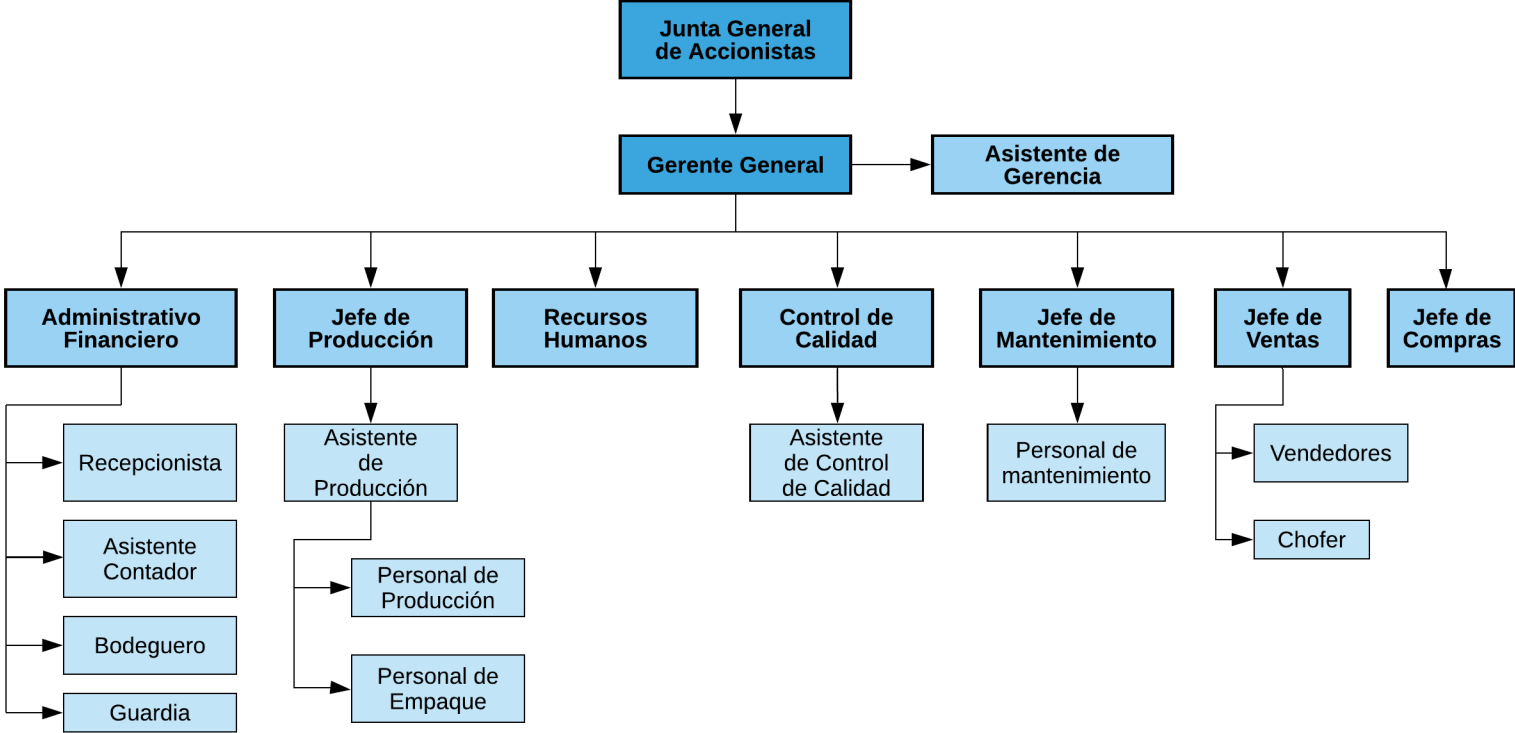


Fig. 10 Organigrama institucional de PLANHOFA C.A.

3.1.6 Proceso de fabricación

El proceso de producción de productos como pulpas congeladas y jugos, comienza con la llegada de la materia prima, la misma que se la adquiere a los pequeños y grandes productores de fruta de la zona y de todo el Ecuador en general. Estas frutas deben cumplir con un sinnúmero de parámetros para que el producto final sea de calidad.

A continuación, podemos observar el proceso que se sigue para la elaboración de la pulpa:

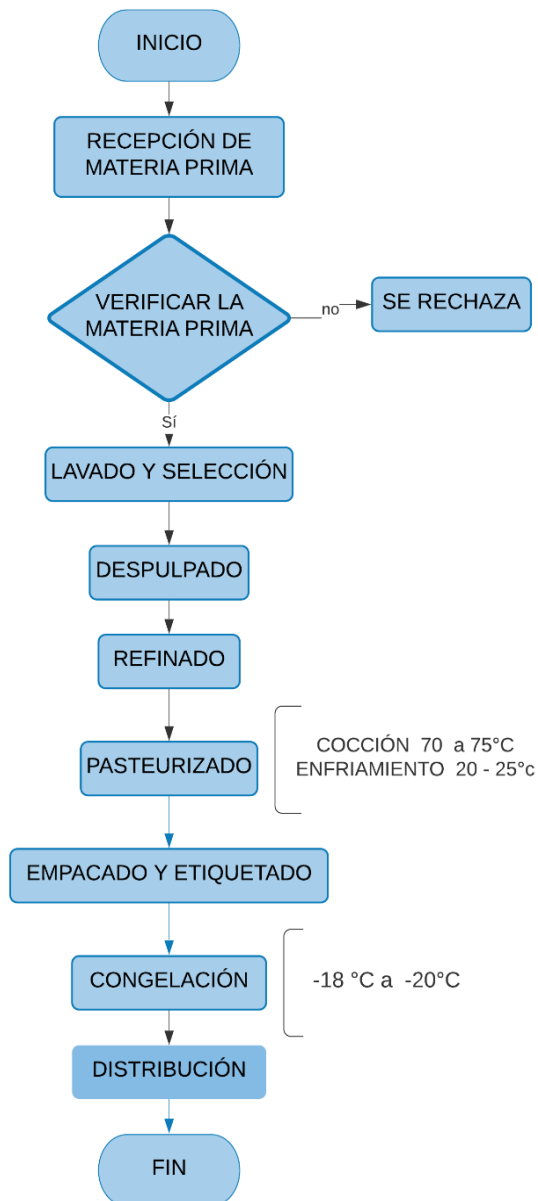


Fig. 11 Proceso de fabricación de las pulpas

3.2 Desarrollo del programa TPM

Para el desarrollo e implementación del TPM de la empresa PLANHOFA C.A., se considerará, la nave principal en la cual se puede aplicar la filosofía de las 5 "S", que es parte fundamental del TPM. Mientras que para las máquinas y equipos principales que intervienen en la elaboración de las pulpas se realizará un plan de mantenimiento conjunto entre mantenimiento autónomo y planificado. En el proceso de implementación del mismo, usaremos el modelo de la casa del TPM (ver Fig. 5), comenzando desde su cimiento y luego seguiremos con los pilares para lograr las metas del plan. Para lograr este objetivo, se aplicará las tres fases (ver Tabla13) hasta la décima etapa, que incluirá toda la información global necesaria y detallada para el plan de ejecución interno. La empresa PLANHOFA C.A. tendrá que realizar y examinar la efectividad de las máquinas, eficiencia global, mantenimiento autónomo, planificado y mejora continua, por al menos cinco años, ser revisada y auditada por el personal responsable de su verificación y control. Toda la información recopilada como formatos y documentos se proporcionará a la empresa, con la finalidad que desarrollen las siguientes etapas de TPM.

3.2.1 Compromiso de la alta gerencia

Mediante carta de compromiso firmada por el gerente general de PLANHOFA C.A. el 8 de abril de 2020 en la cual se compromete a brindar las comodidades requeridas para la realización del plan de mantenimiento fundamentado en el (TPM), de las primordiales máquinas del proceso de producción.

3.2.2 Designación de responsables

El Ing. Román Soria gerente general de PLANHOFA C.A. designa al Ing. Fabricio Bonilla quien es jefe del departamento de mantenimiento como mentor empresarial y encargado en la realización del proyecto quien, trabajando de la mano con el personal de mantenimiento y producción, coordinará la supervisión y formulación del plan de mantenimiento según el TPM para las primordiales máquinas existentes en el área de producción.

3.2.3 Determinar la instalación de partida

3.2.3.1 Estudio FODA

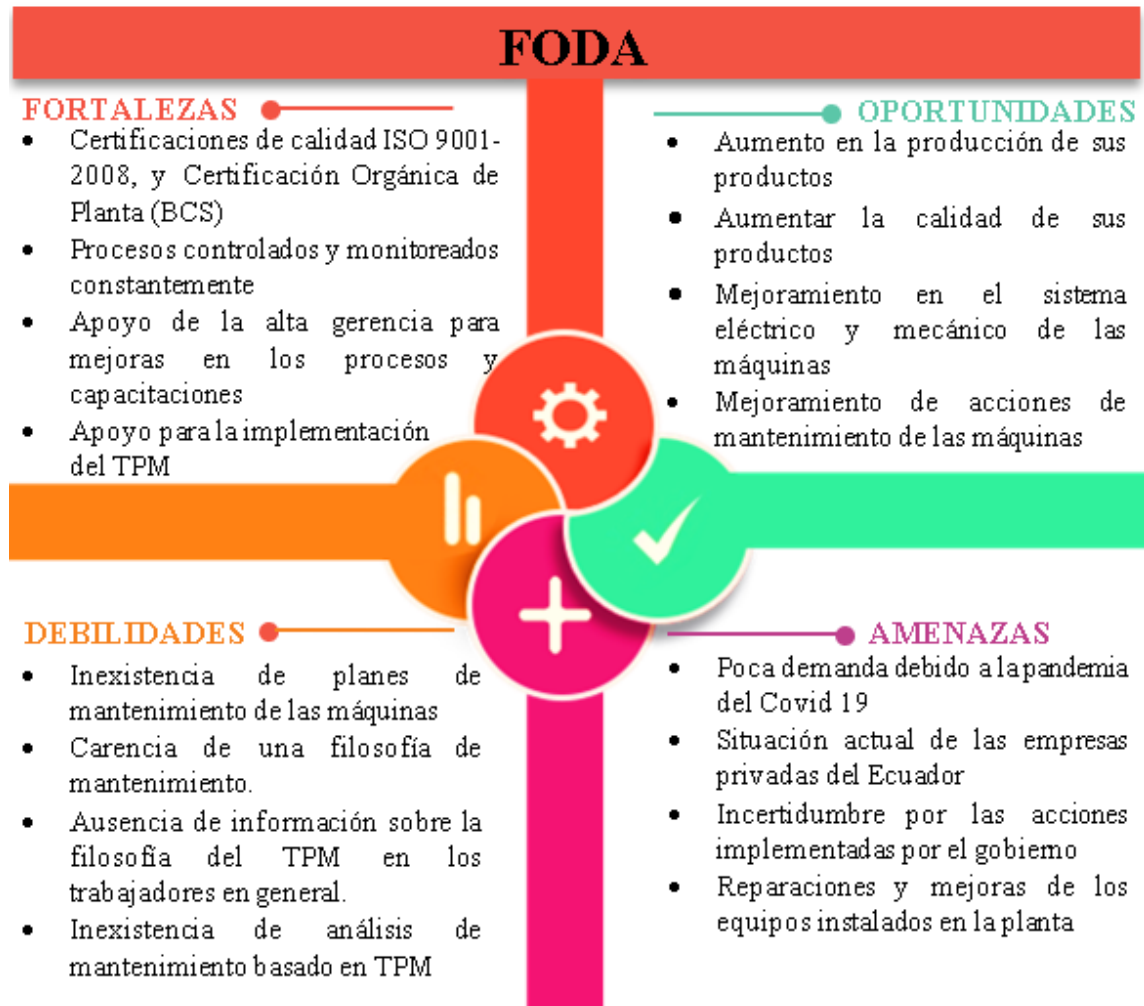


Fig. 12 Estudio FODA

3.2.3.2 Registro de Máquinas

En base al proceso de elaboración de pulpas, se verificó y constató las máquinas existentes que intervienen en la fabricación, para lo cual se realizó un inventario detallando código, nombre y área a la cual pertenece cada una.

Tabla 15 Inventario de las máquinas

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS	
ÍTEM	AREA	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
1	Selección y lavado de frutas	Elevador de canjilones	MAQ-001
2	Selección y lavado de frutas	Cepilladora de frutas	MAQ-002
3	Selección y lavado de frutas	Lavadora de frutas	MAQ-003
4	Selección y lavado de frutas	Elevador de paletas	MAQ-004
5	Tratamiento de frutas	Transportador	MAQ-005
6	Tratamiento de frutas	Deshuesadora	MAQ-006
7	Tratamiento de frutas	Triturador	MAQ-007
8	Tratamiento de frutas	Prensa de paso	MAQ-008
9	Tratamiento de frutas	Pulper de refinación	MAQ-009
10	Tratamiento de frutas	Taxomatic	MAQ-010
11	Tratamiento de frutas	Pulper de extracción	MAQ-011
12	Tratamiento de frutas	Bomba alimentadora de ollas	MAQ-012
13	Tratamiento de frutas	Termo break	MAQ-013
14	Tratamiento de frutas	Panel eléctrico Missinne	MAQ-014
15	Tratamiento de frutas	Tablero eléctrico centrifuga	MAQ-015
16	Tratamiento de frutas	Tablero eléctrico pasteurizadores	MAQ-016
17	Tratamiento de frutas	Tablero eléctrico bombas	MAQ-017
18	Tratamiento de frutas	Panel eléctrico torre de enfriamiento	MAQ-018
19	Tratamiento de frutas	Transportador de desechos 1	MAQ-019
20	Tratamiento de frutas	Transportador de desechos 2	MAQ-020
21	Tratamiento de frutas	Transportador de desechos 3	MAQ-021
22	Tratamiento de frutas	Bomba alimentador Termo break	MAQ-022
23	Tratamiento de frutas	Bomba de jugo alimentador de pulmón	MAQ-023
24	Tratamiento de frutas	Olla de estandarización agitador 1	MAQ-024
25	Tratamiento de frutas	Olla de estandarización agitador 2	MAQ-025

Tabla 15 Continuación

26	Tratamiento de frutas	Olla de estandarización agitador 3	MAQ-026
27	Tratamiento de frutas	Centrífuga	MAQ-027
28	Tratamiento de frutas	Olla pulmón agitador 4	MAQ-028
29	Tratamiento de frutas	Bomba de jugo alimentador pasteurizador	MAQ-029
30	Tratamiento de frutas	Pasteurizador de placas	MAQ-030
31	Tratamiento de frutas	Pasteurizador de aspás	MAQ-031
32	Empaque y etiquetado	Bomba alimentación de selladora	MAQ-032
33	Empaque y etiquetado	Selladora automática 1	MAQ-033
34	Empaque y etiquetado	Selladora automática 2	MAQ-034
35	Empaque y etiquetado	Banda transportadora de pulpas 1	MAQ-035
36	Empaque y etiquetado	Banda transportadora de pulpas 2	MAQ-036
37	Empaque y etiquetado	Selladora automática 3	MAQ-037
38	Tratamiento de frutas/Concentrado	Concentrador tipo buola	MAQ-038
39	Tratamiento de frutas/frutas de almíbar	Troceadora	MAQ-039
40	Tratamiento de frutas/frutas de almíbar	Marmita de cocción	MAQ-040
41	Tratamiento de frutas/frutas de almíbar	Licuadora	MAQ-041
42	Tratamiento de frutas/frutas de almíbar	Tina móvil 1	MAQ-042
43	Tratamiento de frutas/frutas de almíbar	Tina móvil 2	MAQ-043
44	Tratamiento de frutas/frutas de almíbar	Tina móvil 3	MAQ-044
45	Tratamiento de frutas/frutas de almíbar	Tina móvil 4	MAQ-045
46	Preservación del producto	Cámara de refrigeración 1	MAQ-046
47	Preservación del producto	Cámara de refrigeración 2	MAQ-047
48	Preservación del producto	Cámara de refrigeración 3	MAQ-048
49	Preservación del producto	Cámara de refrigeración 4	MAQ-049
50	Preservación del producto	Cámara de refrigeración 5	MAQ-050
51	Auxiliares	Caldero	MAQ-051
52	Auxiliares	Chiller	MAQ-052
53	Auxiliares	Compresor de aire	MAQ-053
54	Auxiliares	Montacarga	MAQ-054
55	Auxiliares	Torre de enfriamiento	MAQ-055
56	Auxiliares	Codificadora 1	MAQ-056
57	Auxiliares	Codificadora 2	MAQ-057

3.2.4 Plan del TPM

3.2.4.1 Selección del grupo piloto

Después de la recolección de información general de todas las máquinas de la empresa, se realizará una ponderación para elegir las máquinas a intervenir con la implementación del TPM. Los criterios para seleccionar y analizar piezas son los siguientes: Nivel de utilización, costo de mantenimiento, mantenibilidad e importancia para producción.

A continuación, se puede observar en la tabla la matriz de evaluación cuantitativa planteada para valorar y elegir las máquinas.

Tabla 16 Criterios para seleccionar el equipo piloto

Nivel de Utilización	
Criterio	Valor
Nula utilización	1
Esporádica	2
Media utilizable	3
Muy utilizables	4
Costo de mantenimiento	
Criterio	Valor
Daño leve de entre 5 a 70 dólares	1
Daño menor de entre 70 a 140 dólares	2
Daño localizado de entre 140 a 250 dólares	3
Daño grave de entre 250 a 1000 o más dólares	4
Mantenibilidad	
Criterio	Valor
Nula complejidad	1
Poca complejidad	2
Media complejidad	3
Alta complejidad	4

Tabla 16 Continuación

Importancia para la producción	
Criterio	Valor
Prescindible	1
Convencional	2
Limitante	3
Imprescindible	4

Luego se procede a realizar la selección de las máquinas en base a los criterios antes mencionados, obteniendo un número de 17 equipos, los mismos que son fundamentales para la producción de las pulpas. Con esto tenemos la base piloto para desarrollar el plan de mantenimiento total.

Tabla 17 Selección del equipo piloto

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.						
PONDERACIÓN PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO PILOTO						
Ítem	Equipo	Utilización	Costo de mantenimiento	Mantenibilidad	Importancia para producción	Total
1	Elevador de canjilones	2	1	2	2	7
2	Cepilladora de frutas	4	3	3	4	14
3	Lavadora de frutas	4	2	4	4	14
4	Elevador de paletas	4	4	3	3	14
5	Transportador	4	3	2	4	13
6	Deshuesadora	4	3	3	4	14
7	Triturador	4	4	3	3	14
8	Prensa de paso	4	3	3	3	13
9	Pulper de refinación	4	3	2	2	11
10	Taxomatic	2	2	3	1	8
11	Pulper de extracción	4	4	3	4	15
12	Bomba alimentadora de ollas	3	3	2	3	11
13	Termo break	4	4	3	4	15
14	Panel eléctrico Missinne	3	3	2	3	11
15	Tablero eléctrico centrifuga	4	4	4	4	16

Tabla 17 Continuación

16	Tablero eléctrico pasteurizadores	3	2	2	3	10
17	Tablero eléctrico bombas	3	2	2	4	11
18	Panel eléctrico torre de enfriamiento	3	2	2	3	10
19	Transportador de desechos 1	4	3	2	3	12
20	Transportador de desechos 2	4	3	2	3	12
21	Transportador de desechos 3	4	3	2	3	12
22	Bomba alimentador Termo break	4	3	2	3	12
23	Bomba de jugo alimentador de pulmón	3	3	2	3	11
24	Olla de estandarización agitador 1	3	2	2	3	10
25	Olla de estandarización agitador 2	3	2	2	3	10
26	Olla de estandarización agitador 3	3	2	2	3	10
27	Centrífuga	2	4	4	2	12
28	Olla pulmón agitador 4	4	2	3	4	13
29	Bomba de jugo alimentador pasteurizador	4	3	3	4	14
30	Pasteurizador de placas	4	4	4	4	16
31	Pasteurizador de aspás	2	4	4	2	12
32	Bomba alimentación de selladora	3	2	2	3	10
33	Selladora automática 1	1	2	2	2	7
34	Selladora automática 2	3	3	3	3	12
35	Banda transportadora de pulpas 1	1	2	2	2	7
36	Banda transportadora de pulpas 2	3	3	3	3	12
37	Selladora automática 3	4	4	3	4	15
38	Concentrador tipo buola	2	4	4	2	12
39	Troceadora	2	3	2	3	10
40	Marmita de cocción	3	2	2	3	10
41	Licuadaora	3	3	2	2	10
42	Tina móvil 1	2	2	2	3	9
43	Tina móvil 2	2	2	2	3	9
44	Tina móvil 3	2	2	2	3	9
45	Tina móvil 4	2	2	2	3	9
46	Cámara de refrigeración 1	2	3	4	3	12
47	Cámara de refrigeración 2	2	3	4	3	12
48	Cámara de refrigeración 3	2	3	4	3	12
49	Cámara de refrigeración 4	2	3	4	3	12
50	Cámara de refrigeración 5	4	3	4	4	15
51	Caldero	4	4	4	3	15
52	Chiller	4	4	4	4	16
53	Compresor de aire	4	3	4	3	14
54	Montacarga	3	4	3	2	12

Tabla 17 Continuación

55	Torre de enfriamiento	3	3	3	3	12
56	Codificadora 1	4	2	2	3	11
57	Codificadora 2	4	2	2	4	12

3.2.4.2 Aplicación de las 5S

Dentro de la filosofía del TPM, es importante el desarrollo e implementación de las 5 "S", aunque la empresa ya tenga un protocolo sobre la aplicación de las 5S, mediante el proyecto se busca repotenciar y hacer tener conciencia sobre lo importante de esta metodología, para aquello se empezará con la determinación de la primera "S" (Seiri = Clasificar), continuando con la segunda "S" (Seiton = Ordenar y la tercera "S" (Seiso = purificación) al mismo tiempo, debido a que ambas tienen sucesión de criterios de orden y limpieza. Mientras tanto las 2 "S" restantes que faltan estarán contempladas en el mantenimiento autónomo.

a) Implementación de SEIRI (Clasificar)

Identificación de elementos innecesarios

Después de obtener la aprobación de la alta dirección, se utilizará el SEIRI para identificar elementos innecesarios que estén dentro y por fuera de la planta. Se realizó una inspección visual por toda la planta logrando identificar algunos elementos innecesarios, a continuación, se enumeran.




Fig. 13 Determinación Seiri



Fig. 13 Continuación

Tabla 18 Lista de elementos innecesarios

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. APLICACIÓN DE LAS 5 "S" ELEMENTOS INNECESARIOS EN LA PLANTA
CANT.	ELEMENTOS INNECESARIOS	OBSERVACIONES
1	Funda plástica	Ubicada en un lugar incorrecto
1	Carrito para transporte de pulpas	Obstaculizando el paso
1	Transpaleta	Fuera de la planta
1	Tanque vacío	A lado del pasteurizador
1	Escalera	Arrimada a la selladora
1	Tubo de aluminio	Tirado en el piso

Tarjeteado en Rojo

Para en un futuro se propone una tarjeta roja (ver anexo A), que tiene la finalidad de enumerar los elementos innecesarios, dentro de ella se puede decidir la acción para cada artículo innecesario, la tarjeta entregada a la empresa consta de los datos principales como también las sugerencias a realizar: agrupación en espacios separados, eliminación, reposicionamiento, reparación y reciclaje.

La salida de estos elementos se determinará de acuerdo con el siguiente esquema:

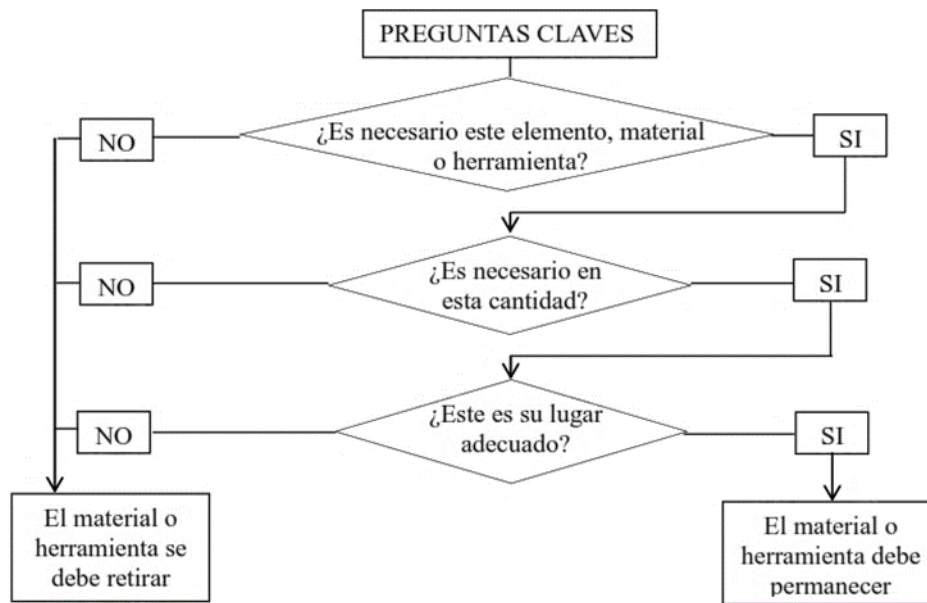



Fig. 14 Consideraciones tomar en cuenta para el SEIRI [24]

Gestión de elementos tarjeteados

Después de realizar el tarjetado en rojo de los elementos innecesarios dentro y fuera de la planta, se procede a sugerir la respectiva acción aplicar a cada elemento, como se puede observar a continuación:

Tabla 19 Diligencia de los elementos tarjeteados

 PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. APLICACIÓN DE LAS 5 "S" ELEMENTOS INNECESARIOS EN LA PLANTA		
CANT.	ELEMENTOS INNECESARIOS	GESTIÓN
1	Funda plástica	Eliminar
1	Carrito para transporte de pulpas	Ubicarlo en bodega
1	Transpaleta	Colocar en el lugar designado
1	Tanque vacío	Colocar en el lugar designado
1	Escalera	Ubicarla en el taller
1	Tubo de aluminio	Ubicar en bodega

b) Implementación SEITON (Orden)

Para realizar la implementación de la segunda S, se continua a determinar la posición correcta para cada elemento dentro de la planta, como se puede observar en la siguiente figura.

c) Implementación SEISO (Limpieza)

La limpieza debe realizarse en toda la planta y en específico en la cadena de producción del producto, para aquello la empresa tiene un sistema de limpieza muy estricto, en donde utiliza diferentes elementos y acciones. Este procedimiento lo realizan al iniciar y finalizar el turno, en el caso de intervenir una máquina por mantenimiento a medio turno el personal de producción procede a realizar las tareas de limpieza y desinfección. A continuación, observamos un resumen del proceso de limpieza aplicado.



Fig. 15 Pasos a seguir para una buena limpieza [25]

La limpieza y la desinfección son dos procesos diferentes, que son la clave de la industria alimentaria y en la mayoría de los casos se realizan por separado. El objetivo de la limpieza es eliminar la suciedad y la materia orgánica de los equipos y superficies para que posteriormente se pueda realizar una desinfección eficaz para eliminar los microorganismos a un nivel suficiente para garantizar la seguridad alimentaria.

Tabla 20 Procedimiento de limpieza y desinfección [25]

 PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5 "S" PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN APLICADO	
PASOS	PROCEDIMIENTO
1	Un enjuague inicial, en el que se eliminan las partículas más grandes mediante la aplicación de agua a presión o utilizando haraganes.
2	Aplicación de productos detergentes, que disuelven la suciedad incrustada y las películas de grasa. Cuando la incrustación de la suciedad es elevada, se requiere un método manual no abrasivo de limpieza, con cepillos o esponjas.
3	Enjuagar con agua, para eliminar los restos de suciedad y de detergente.
4	Desinfectar aplicando productos de uso específico para industrias alimentarias, por rociado o pulverización en superficies y por inmersión en el caso de utensilios y piezas pequeñas.
5	Después de dejar actuar el desinfectante durante el tiempo recomendado, se realiza un enjuague final con agua potable para eliminar los restos de productos químicos.

En la actualidad, los requisitos de higiene de todos los procesos de producción de la industria alimentaria deben asegurar la integridad de las propiedades del producto durante su vida comercial y prevenir cualquier infección tóxica entre los consumidores. Para ello la empresa utiliza un procedimiento y químicos recomendados para garantizar la correcta limpieza e Higienización de las superficies interiores, las mismas que están en contacto con el producto, dentro de estas máquinas están el pulper, pasteurizador, marmitas, termobreak y tuberías, los químicos utilizados son weicoper y ronalin.

d) Implementación SEIKETSU (Estandarización)

Para la implementación de la cuarta de las 5 S, es necesario publicar y compartir los formatos presentados anteriormente en las 3 primeras S, con la finalidad de que todo el personal tenga conocimiento de los mismos y puedan aplicarlos.

e) Implementación SHITSUKE (Autodisciplina)

Para la implementación de la Quinta de las 5S, va a depender de todo el personal, ya que son ellos los que deben mostrar una cultura que respete los estándares establecidos como los logros en organización, orden y limpieza. Para verificar el cumplimiento de aquello se utiliza las auditoria de las 5S.

f) Proceso de auditoría de las 5S

Para realizar una auditoría de las 5 S, la persona encargada del TPM deberá planificar las fechas para realizar la auditoría para así verificar y comprobar el cumplimiento de la metodología de las 5 S's, mediante la ayuda de un formato, que se lo puede observar en el (anexo E).

3.2.4.3 Implementación de seguridad, higiene y medio ambiente

Medio ambiente

Para evitar daños al medio ambiente debido al combustible utilizado para el funcionamiento del caldero la empresa cuenta con un tanque subterráneo sellado libre de fisuras y fugas lejos de la planta, para el llenado del combustible se lo realiza respetando todos los parámetros. Existe un área exclusiva para el almacenamiento de los químicos utilizados para el chiller, caldero y torre de enfriamiento, se los manipula utilizando el EPP adecuado y con respecto a los contenedores se los envía a las entidades correspondientes para su respectivo tratamiento.

Equipos de protección personal

Hasta cierto punto, los riesgos que provoca la contaminación en la industria alimentaria son muy similares a los que encontramos en los hospitales. Por ende, el personal de mantenimiento no está exento de utilizar un equipo de protección personal adecuado. La función del EPP es proteger diferentes partes del cuerpo de la exposición directa a factores de riesgo, como también proteger a la planta de factores que contaminen el producto. Por tanto, toda empresa tiene la obligación de proporcionar las herramientas de seguridad necesarias para todo el personal involucrado en tareas de mantenimiento. El EPP utilizado por parte del personal del mantenimiento es: Gorro, mascarillas o cubre bocas, guantes de nitrilo, guantes dieléctricos, casco, calzado industrial y orejeras si fuese necesario.

Manipulación de elementos y herramientas

El personal de mantenimiento es responsable de realizar las actividades correspondientes y para aquello están equipados con el equipo de protección correspondiente para realizar sus actividades, como guantes de nitrilo para impedir cortes en las manos. Además, poseen

zapatos industriales para eludir golpes en los pies por la caída de distintos elementos. Para la manipulación de los equipos, se debe tener en cuenta que antes de iniciar el trabajo en las distintas máquinas, toca observar que el botón de parada de emergencia esté accionado y finalmente luego de realizar los trabajos se debe revisar que no quede ninguna herramienta o accesorio que puedan contaminar u obstruir la misma. Para facilitar los trabajos se adquirió una caja de herramientas donde se tiene las más utilizadas en el día a día dentro de la planta, cabe recalcar que se debe limpiar y desinfectar periódicamente para que no haya problemas de higiene.



Fig.16 Caja de herramientas

Señalización de seguridad

La empresa utiliza todas las señales de obligatoriedad, advertencia, rescate, etc. En todo para impedir, reconocer probables peligros y riesgos que puedan atentar con la integridad física de los trabajadores.



Fig. 17 Parte de la señalización de seguridad



Fig. 17 Continuación

3.2.4.4 Claves para la implementación del Mantenimiento Autónomo

Evaluar el equipo y comprender su situación actual

Para evaluar el estado de las máquinas y equipos se utiliza un registro que proporcionan datos sin procesar utilizados para evaluar el equipo. Estos datos son sobre su diseño y el historial de funcionamiento y mantenimiento. La siguiente tabla proporciona un ejemplo de formato de registro propuesto que contiene algunos conceptos de registros.

Tabla 21 Formato para el registro de equipos

 Planhofa <small>PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.</small>	PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. AREA DE MANTENIMIENTO FORMATO DE REGISTRO																
Equipo: _____ Modelo: _____ Código: _____ Plano #: _____ Ubicación: _____ Fabricante: _____ Fecha Fabr: _____ Fecha Insta: _____ Fecha test: _____ Fecha arranque _____																	
Registro de especificaciones de cambios <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Fecha</th> <th style="width: 45%;">Especificaciones del equipo</th> <th style="width: 40%;">Condiciones de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Fecha	Especificaciones del equipo	Condiciones de operación													
Fecha	Especificaciones del equipo	Condiciones de operación															
Registro de mantenimiento <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Fecha</th> <th style="width: 30%;">Servicio Periódico</th> <th style="width: 25%;">Mantenimiento</th> <th style="width: 30%;">Fallos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Fecha	Servicio Periódico	Mantenimiento	Fallos												
Fecha	Servicio Periódico	Mantenimiento	Fallos														

Limpieza e inspección

Los trabajadores en general desde producción hasta los de mantenimiento deberán realizar una limpieza rutinaria de las máquinas, que estén a su cargo durante su jornada de trabajo. Para que la limpieza sea exitosa, el trabajador debe preparar todos los elementos necesarios, y estos cambiarán dependiendo de la máquina. La finalidad de la limpieza es:

- Eliminar el polvo y la suciedad del equipo
- Descubrir las irregularidades tales como los ligeros defectos, fuentes de contaminación, lugares inaccesibles, y fuentes de defectos de calidad [12].
- Eliminar los elementos innecesarios y raramente usados, y simplificar el equipo.

Descubrir todas las anomalías

Mientras se realiza la limpieza los trabajadores tienen la obligación de informar acerca de las anomalías encontradas en los equipos, las anomalías se clasifican en 7 tipos, las mismas que podemos observar en la siguiente tabla con sus respectivos ejemplos.

Tabla 22 Tipos de anomalías

ANORMALIDAD	EJEMPLOS
1. Pequeñas deficiencias	
Contaminación	Polvo, suciedad, partículas, aceite, grasa, óxido, pintura
Daños	Fisuras, aplastamientos, deformaciones, curvados, picaduras
Holguras	Sacudidas, ladeos, exceso de recorrido o salida, excentricidad, desgaste
Flojedad	Cintas, cadenas
Fenómenos anormales	Ruido inusual, sobrecalentamiento, vibración, olores extraños
Adhesión	Bloqueos, agarrotamiento, acumulación de partículas, disrunciones
2. Incumplimiento de condiciones	
Lubricación	insuficiente, suciedad, no identificada, inapropiada, fugas de lubricante
Suministro de lubricante	Suciedad, daños, puertas de lubricación deformadas
Indicadores de nivel de aceite	Suciedad, daños, fugas: no indicación del nivel correcto
Pretado	Tuercas y pernos: holguras, omisiones, pasados de rosca, demasía lo largos, machacados, corroídos,

Tabla 22 Continuación

3. Focos de contaminación	
Producto	Fugas, derrames, chorros, dispersión, exceso de flujo
Lubricantes	Fugas, derrames, infiltraciones, fluidos hidráulicos, íuel oíl, etc.
Gases	Fugas de aire comprimido, gases, vapor, humos de exhaustación, etc
Líquidos	Fugas, vertidos y chorros de agua fría, agua caliente, producios semicabados
Desechos	Chispas, recortes, materiales de embalaje, y producto no conforme
Otros	Contaminantes traídos por personas, carretillas elevadoras, etc.,
4. Lugares inseguros	
Suelos	Desequilibrados, elementos que sobresalen, fisuras, escamas, desgastes
Pasos	Demasiado indinados, irregulares, escamado capa antideslizante, corrosión
Luces	Osaras, mala posidón, sucias o pantallas rotas, no a prueba de explosicnes
Otros	Sustandas especiales, disolventes, gases tóxicos, señales de peligro

Tarjeta para señalar anormalidades

Se sugiere el siguiente diseño para el tarjeteado de anormalidades encontradas ya sea en el transcurso de la limpieza como también durante la producción. Las personas encargadas de que se dé cumplimiento serán los jefes de producción y mantenimiento, los mismos que designaran al personal responsable de realizar dicho trabajo.

<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">○</div> <p>TPM - Mantenimiento autónomo Lugar de anormalidad</p> <p style="text-align: right;">N° _____</p> <p style="text-align: center;">TARJETA DE ANORMALIDADES</p>
<p>Equipo modelo: _____</p> <p>Fecha: _____</p> <p>Encontrado por: _____</p> <p>De p. Encargado: _____</p>
DESCRIPCIÓN

Fig. 18 Tarjeta para señalar anormalidades

Lubricación

La lubricación es muy importante para prolongar la confiabilidad de la máquina. Con lo cual se logra garantizar un funcionamiento eficiente al evitar el desgaste. Para lograrlo se debe emprender las siguientes acciones:

- Educar al personal sobre la importancia de la lubricación.
- Lubricar urgente siempre que se encuentre un equipo que esté mal lubricado o no lubricado.
- Cambiar los lubricantes contaminados.
- Limpiar y reparar las entradas de lubricante e indicadores de nivel sucios o dañados.
- Comprobar si todos los mecanismos de lubricación automática Funcionan correctamente.
- Limpiar y lubricar todas las piezas que giran o se deslizan, las cadenas de mando y otras piezas móviles.
- Limpiar y reparar todo el equipo de lubricación manual y contenedores de lubricante [12].

Apretado

La totalidad de máquinas y equipos contienen tuercas, pernos y tornillos, que son los elementos básicos de su estructura. Solo teniendo apretados estos correctamente pueden el equipo funcionar bien. Debido a que el apretado es una clave más para tener un buen funcionamiento de las máquinas, el personal en general deberá emprender las siguientes acciones:

- Apretar y asegurar los pernos y tuercas flojos.
- Cambiar los pernos y tuercas que falten.
- Cambiar los pernos y tuercas demasiados grandes.

- Cambiar los pernos y tuercas que dañados o con desgaste.
- Cambiar arandelas desgastadas o rotas.
- Utilizar mecanismos de bloqueo en tuercas que se aflojan constantemente [12].

Acciones correctivas

Se tiene que reducir el tiempo para organizar el equipo, eliminando las fuentes de polvo y suciedad, evitar las fugas, derrames, dispersión y mejorar las piezas que son difíciles de limpiar, inspeccionar, lubricar, apretar o manipular.

Preparación de estándares de limpieza, lubricación, apriete e inspección

Los estándares de limpieza, lubricación y apriete se desarrollarán en las gamas de mantenimiento de cada máquina. Donde con la ayuda de las mismas los trabajadores podrán aplicar todos los pasos y acciones para prevenir el deterioro de las máquinas.

Orden de trabajo

Este es un documento que detalla las instrucciones de trabajo, y de acuerdo a este se cumplen las tareas para dejar a punto las máquinas. Estos se generan en base a las gamas y planes de mantenimiento ya sean semanales, mensuales o anuales, se pueden generar de forma independiente según las necesidades de los departamentos de fábrica o de forma general agrupando máquinas, equipos o elementos que tengan las mismas acciones a realizar. Para facilitar esto se ha elaborado un formato de orden de trabajo, (ver anexo D).

Servicios extremos

Cuando se requiera un trabajo externo, se deberá realizar una solicitud de trabajo externo (ver anexo C), al responsable de provisión y compras, con previa autorización del responsable de planeación de procesos. El encargado de mantenimiento es responsable de realizar el seguimiento de los trabajos externos, y aceptara o rechazara los mismos siempre verificando las condiciones y características, para luego registrar las labores realizadas.

3.2.5 Plan de mantenimiento

3.2.5.1 Fichas técnicas

Después del registro de las distintas máquinas con su respectivo código, se procede a la especificación técnica con el fin de obtener los datos más relevantes de cada equipo mediante una ficha. A continuación, se detalla la tabla técnica de cada tipo de máquina:

Tabla 23 Datos técnicos de la limpiadora de frutas

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	1	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:		SISTEMA:
ÁREA	SELECCIÓN Y LAVADO DE FRUTAS		CÓDIGO	MAQ-002			
DESCRIPCIÓN	CEPILLADORA DE FRUTAS		PROCEDENCIA	ITALIA			
MODELO	1079377 3A		N° DE SERIE	I00187			
MARCA	BERTUZZI		ESTADO	BUENO			
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
				MOTOR			
				MARCA		NORD	
				MODELO		N/D	
				VELOCIDAD		1690 RPM	
				VOLTAJE		220/380 V	
				FASES		3F	
				AMPERAJE		1.9 AMP	
				POTENCIA		0.37 Kw	
				REDUCTOR REL.		N/D	
				FRECUENCIA		60 HZ	
				DIMENSIONES			
FUNCIÓN	Lavar por aspersión con cepillos las distintas frutas			ANCHO: 1000mm		LARGO: 2000mm	
				ALTO: 2350mm		PESO APROX:	

Tabla 24 Datos técnicos de lavadora de frutas

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.				 PLANHOFA PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.			
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	2	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:	SISTEMA:	
ÁREA	SELECCIÓN Y LAVADO DE FRUTAS		CÓDIGO		MAQ-003		
DESCRIPCIÓN	LAVADORA DE FRUTAS		PROCEDENCIA		ITALIA		
MODELO	1493819A01		N° DE SERIE		I00187		
MARCA	BERTUZZI		ESTADO		BUENO		
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERISTICAS TÉCNICAS			
				MOTOR			
				MARCA		MARELLI	
				MODELO		MA112MB2B3	
				VELOCIDAD		1388 RPM	
				VOLTAJE		220/380 V	
				FASES		3F	
				AMPERAJE		3.65 AMP	
				POTENCIA		0.75 Kw	
				FRECUENCIA		60 HZ	
				VENTILADOR			
FUNCIÓN	Limpiar e higienizar la fruta después de pasar por la cepilladora			MARCA		MARELLI	
				VELOCIDAD		1800 RPM	
DIMENSIONES				VOLTAJE		220/380 V 3F	
ANCHO: 2100mm		LARGO: 6650mm		AMPERAJE		12 AMP	
ALTO: 1750mm		PESO APROX:		POTENCIA		5,5 Kw	

Tabla 25 Datos técnicos del elevador de paletas

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	3	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:	SISTEMA:	
ÁREA	SELECCIÓN Y LAVADO DE FRUTAS		CÓDIGO		MAQ-004		
DESCRIPCIÓN	ELEVADOR DE PALETAS		PROCEDENCIA		ITALIA		
MODELO	1079377 3A		N° DE SERIE		I00187		
MARCA	BERTUZZI		ESTADO		BUENO		
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERISTICAS TÉCNICAS			
				MOTOR			
				MARCA		NORD	
				MODELO		N/D	
				VELOCIDAD		1690 RPM	
				VOLTAJE		220V	
				FASES		3F	
				AMPERAJE		1.9 AMP	
				POTENCIA		0.45 Kw	
				REDUCTOR REL.			
				FRECUENCIA		60 HZ	
				DIMENSIONES			
FUNCIÓN	Elevar las distintas frutas hasta el triturador después de ser lavadas			ANCHO: 430mm		LARGO: 6300mm	
				ALTO: 4600mm		PESO APROX:	

Tabla 26 Datos técnicos del transportador


PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	4	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:	SISTEMA:	
ÁREA	TRATAMIENTO DE FRUTAS		CÓDIGO	MAQ-005			
NOMBRE	TRANSPORTADOR		PROCEDENCIA	ITALIA			
MODELO	107.93773 A04		N° DE SERIE	I00187			
MARCA	BERTUZZI		ESTADO	BUENO			
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERISTICAS TÉCNICAS			
				MOTOR			
				MARCA		NORD	
				MODELO		71 L/4	
				VELOCIDAD		1690 RPM	
				VOLTAJE		220/380 V	
				FASES		3F	
				AMPERAJE		1.90/1.10 AMP	
				POTENCIA		0.37 KW	
				IP		54	
				FRECUENCIA		60	
				DIMENSIONES			
FUNCIÓN	Transportar las frutas desde el elevador hasta cada máquina			ANCHO: 420mm		LARGO: 7500mm	
				ALTO: 1350mm		PESO APROX:	

Tabla 27 Datos técnicos de la deshuesadora

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	5	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:	SISTEMA:	
ÁREA	TRATAMIENTO DE FRUTAS			CÓDIGO	MAQ-006		
DESCRIPCIÓN	DESHUEZADORA			PROCEDENCIA	ITALIA		
MODELO	DEN.555			N° DE SERIE	S00269		
MARCA	BERTUZZI			ESTADO	BUENO		
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERISTICAS TÉCNICAS			
				MOTOR			
				MARCA		FIMET	
				MODELO		R3EX.MEVT	
				VELOCIDAD		N/D	
				VOLTAJE		220/380 V	
				FASES		3F	
				AMPERAJE		6.9 AMP	
				POTENCIA		1.5 Kw	
				IP		55	
				FRECUENCIA		60 HZ	
				DIMENSIONES			
FUNCIÓN	Presionar o triturar determinado tipo de fruta			ANCHO: 750mm	LARGO: 960mm		
				ALTO: 1150mm	PESO APROX:		

Tabla 28 Datos técnicos del triturador

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	6	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:	SISTEMA:	
ÁREA	TRATAMIENTO DE PULPAS		CÓDIGO	MAQ-007			
DESCRIPCIÓN	TRITURADOR		PROCEDENCIA	ITALIA			
MODELO	TRI 0552		N° DE SERIE	S00255			
MARCA	BERTUZZI		ESTADO	BUENO			
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
				MOTOR			
				MARCA	N/D		
				MODELO	MA132SA4B5		
				VELOCIDAD	1730RPM		
				VOLTAJE	220V		
				FASES	3F		
				AMPERAJE	12AMP		
				POTENCIA	5.5 Kw		
				IP	55		
				FRECUENCIA	50HZ		
				DIMENSIONES			
FUNCIÓN	Presionar y triturar determinado tipo de fruta			ANCHO: 700mm LARGO: 950mm ALTO: 900mm			

Tabla 29 Datos técnicos de la prensa de paso

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	7	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:		SISTEMA:
ÁREA	TRATAMIENTO DE FRUTAS		CÓDIGO	MAQ-008			
DESCRIPCIÓN	PRENSA DE PASO		PROCEDENCIA	ITALIA			
MODELO	PPS 0521		N° DE SERIE	S00264			
MARCA	BERTUZZI		ESTADO	BUENO			
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERISTICAS TÉCNICAS			
				MOTOR			
				MARCA		FIMET	
				MODELO		MVT100	
				VELOCIDAD			
				VOLTAJE		220/380 V	
				FASES		3F	
				AMPERAJE		5/8.6 AMP	
				POTENCIA		2.2 Kw	
				IP		55	
FRECUENCIA		50 HZ					
DIMENSIONES							
FUNCIÓN	Presionar y triturar determinado tipo de fruta		ANCHO: 1000mm	LARGO: 840mm	PESO APROX:		

Tabla 30 Datos técnicos del pulper de extracción

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	8	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:	SISTEMA:	
ÁREA	TRATAMIENTO DE FRUTAS			CÓDIGO	MAQ-011		
DESCRIPCIÓN	PULPER DE EXTRACCIÓN			PROCEDENCIA	ITALIA		
MODELO	PAS 0645			N° DE SERIE	S00271		
MARCA	BERTUZZI			ESTADO	BUENO		
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERISTICAS TÉCNICAS			
				MOTOR			
				MARCA		SIEMENS	
				MODELO			
				VELOCIDAD		1750RPM	
				VOLTAJE		280/380V	
				FASES		3F	
				AMPERAJE		13.6/27.5 AMP	
				POTENCIA		10HP	
				IP		55	
				FRECUENCIA		60HZ	
				DIMENSIONES			
FUNCIÓN	Pasarse y refinar la fruta de donde se obtiene la pulpa.			ANCHO: 700mm		LARGO: 1560mm	
				ALTO: 1500mm		PESO APROX:	

Tabla 31 Datos técnicos del termo break



PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	9	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:	SISTEMA:	
ÁREA	TRATAMIENTO DE FRUTAS		CÓDIGO			MAQ-013	
DESCRIPCIÓN	TERMO BREAK		PROCEDENCIA			ITALIA	
MODELO	IBM 0521		N° DE SERIE			S00145	
MARCA	BERTUZZI		ESTADO			BUENO	
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
				MOTOR			
				MARCA		N/D	
				MODELO		N/D	
				VELOCIDAD		1800 RPM	
				VOLTAJE		220/380 V	
				FASES		3F	
				AMPERAJE		8.6 AMP	
				POTENCIA		2.2 Kw	
				IP		55	
				FRECUENCIA		60HZ	
				DIMENSIONES			
FUNCIÓN	Producir la cocción de las distintas frutas			DIAMETRO: 254,6 mm LARGO: 5100mm PESO APROX:			

Tabla 31 Datos técnicos de la olla pulmón

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	10	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:		SISTEMA:
ÁREA	TRATAMIENTO DE FRUTAS		CÓDIGO		MAQ-028		
DESCRIPCIÓN	OLLA PULMON AGITADOR 4		PROCEDENCIA		ITALIA		
MODELO	SCC.101C02		N° DE SERIE		I00187		
MARCA	BERTUZZI		ESTADO		BUENO		
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERISTICAS TÉCNICAS			
				MOTOR			
				MARCA		FIMET	
				MODELO		MF80C8	
				VELOCIDAD		850RPM	
				VOLTAJE		220V	
				FASES		3F	
				AMPERAJE		1.93AMP	
				POTENCIA		0,18 Kw	
				IP		55	
				FRECUENCIA		60 HZ	
				DIMENSIONES			
FUNCIÓN	Almacenar y agitar la pulpa hasta pasarla al pasteurizador			DIAMETRO: 635 mm ALTURA: 1200mm PESO APROX:			

Tabla 32 Datos técnicos de la bomba de jugo

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.				 PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.			
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	11	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:	SISTEMA:	
ÁREA	TRATAMIENTO DE FRUTAS		CÓDIGO	MAQ-029			
DESCRIPCIÓN	BOMBA DE JUGO ALIMENTADOR PASTEURIZ.		PROCEDENCIA	ITALIA			
MODELO	1331		N° DE SERIE	48533			
MARCA	BERTUZZI		ESTADO	BUENO			
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERISTICAS TÉCNICAS			
				MOTOR			
				MARCA		MARELLI	
				MODELO		N/D	
				VELOCIDAD		1410RPM	
				VOLTAJE		220/380V	
				FASES		3F	
				AMPERAJE		23/15,2AMP	
				POTENCIA		1.5KW	
				IP		55	
				FRECUENCIA		60HZ	
DIMENSIONES							
FUNCIÓN	Bombear la pulpa de la marmita hasta el pasteurizador						

Tabla 33 Datos técnicos del pasteurizador de placas



PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	12	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:		SISTEMA:
ÁREA	TRATAMIENTO DE FRUTAS		CÓDIGO		MAQ-030		
DESCRIPCIÓN	PASTEURIZADOR DE PLACAS		PROCEDENCIA		ITALIA		
MODELO	SPA.120		N° DE SERIE		I.00187		
MARCA	BERTUZZI		ESTADO		BUENO		
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERISTICAS TÉCNICAS			
				BOMBA CENTRÍFUGA			
				MARCA		FELEZ	
				MODELO		ESTAMPINOX MA112	
				VELOCIDAD		2900 RPM	
				VOLTAJE		220/380V	
				FASES		3F	
				PRESIÓN MAX		4 Bar	
				POTENCIA		3Kw	
				IP		55	
				RANGO TEMP.		15°C a 120°C	
				CAUDAL MAX.		60 m3/h	
FRECUENCIA		50 HZ					
				DIMENSIONES			
FUNCIÓN	Eliminar los microorganismos (proceso de pasteurización) y para homogeneizar cualquier tipo de pulpa			ANCHO: 1500mm		LARGO: 2400mm	
				ALTO: 1800mm		PESO APROX:	

Tabla 34 Datos técnicos de la selladora automática 3

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	13	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:	SISTEMA:	
ÁREA	EMPAQUE Y ETIQUETADO		CÓDIGO		MAQ-037		
DESCRIPCIÓN	SELLADORA AUTOMÁTICA 3		PROCEDENCIA		NACIONAL		
MODELO	V.B.2013		N° DE SERIE		V.B.0002		
MARCA	ASTIMEC		ESTADO		BUENO		
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERISTICAS TÉCNICAS			
				VOLTAJE		220V	
				FASES		2F Y NUETRO	
				PRESIÓN AIRE		90 PSI	
				CAUDAL APROX.		260 Litros/Min	
				CONSUMO		3KW	
				MOTOR			
				VELOCIDAD		1650 RPM	
				VOLTAJE		220 V	
				FASES		3F	
				POTENCIA		0.33 HP	
FRECUENCIA		60 HZ					
DIMENSIONES							
FUNCIÓN	Empacar automáticamente en simultáneo en presentaciones de 250, 500 y 1000 gramos			ANCHO: 900mm LARGO: 1600mm ALTO: 2400mm PESO APROX: 530 Kg			

Tabla 35 Datos técnicos de cámara de refrigeración

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	14	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:	SISTEMA :	
ÁREA	AUXILIARES		CÓDIGO		MAQ-050		
DESCRIPCIÓN	CAMARA DE REFRIGERACIÓN 5		PROCEDENCIA		ITALIA		
MODELO	MRS 251T		N° DE SERIE		R502-417		
MARCA	UNIBLOCK-ZANOTTI		ESTADO		BUENO		
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO							
							
FUNCIÓN	Almacenar, congelar y preservar las pulpas su posterior comercialización						

Tabla 36 Datos técnicos del caldero



PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	15	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:	SISTEMA:	
ÁREA	AUXILIARES		CÓDIGO		MAQ-051		
DESCRIPCIÓN	CALDERO		PROCEDENCIA		ITALIA		
MODELO	BS.391.87		N° DE SERIE		11904		
MARCA	BELLELI		ESTADO		BUENO		
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
				TIPO		PIRUTUBULAR	
				PRESIÓN MAX.		11.77 Bares	
				TEMPERATURA MAX.		190.71 °C	
				AÑO		1987	
				COMBUSTIBLE		DIESEL	
				SUPERFICIE		26.02 m2	
				ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA			
				MARCA		SPERONI	
				POTENCIA		15HP	
				FASES		3F	
FRECUENCIA		60 HZ					
VOLTAJE		220/380 V					
AMPERAJE		22/37 AMP					
VELOCIDAD		3400 RPM					
DIMENSIONES							
FUNCIÓN	Producir vapor o calentar agua, mediante la acción del calor a una temperatura superior a la del ambiente y presión mayor que la atmosférica.			ANCHO: 1620mm LARGO: 3100mm ALTO: 1900mm			

Tabla 37 Datos técnicos del chiller

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.						
FICHA TÉCNICA						
FICHA N°:	16	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:	SISTEMA:
ÁREA	AXILIARES		CÓDIGO		MAQ-052	
DESCRIPCIÓN	CHILLER		PROCEDENCIA		ITALIA	
MODELO	RF90		N° DE SERIE		890140	
MARCA	BELLELI		ESTADO		BUENO	
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO						
						
FUNCIÓN	Refrigerar los distintos tipos de pulpas			DIMENSIONES		
				ANCHO: 1400mm		LARGO: 2640mm
			ALTO: 1740mm		PESO APROX:	

Tabla 38 Datos técnicos del compresor

PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.							
FICHA TÉCNICA							
FICHA N°:	17	FICHA DE:	MÁQUINA	X	COMPONENTE:	SISTEMA:	
ÁREA	AUXILIARES		CÓDIGO	MAQ-053			
DESCRIPCIÓN	COMPRESOR DE AIRE		PROCEDENCIA	USA			
MODELO	33-1047		N° DE SERIE	IPSC SI			
MARCA	BINKS		ESTADO	BUENO			
FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO				CARACTERISTICAS TÉCNICAS			
				MOTOR			
				MARCA		DELCROSA	
				MODELO		NV132M4	
				VELOCIDAD		1745 RPM	
				VOLTAJE		220/440 V	
				FASES		3F	
				AMPERAJE		3.2/1.6 AMP	
				POTENCIA		1.2 HP	
				FRECUENCIA		60 HZ	
				PROCEDENCIA		LIMA-PERU	
DIMENSIONES							
FUNCIÓN	Dar potencia a herramientas neumáticas como pistones y otras tareas como limpiar o hasta rociar pintura.			ANCHO: 650mm LARGO: 1800mm ALTO: 1600mm PESO APROX:			

3.2.5.2 Sistemas y elementos de cada máquina

Primeramente, se realiza tablas de los sistemas y componentes de cada máquina, con la finalidad de identificarlos y tenerlos en cuenta al momento de realizar el análisis AMFE y al igual que el análisis de criticidad.

Tabla 39 Elementos de la cepilladora de frutas

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	CEPILLADORA DE FRUTAS	MODELO	10793773A
MARCA	BERTUZZI	CÓDIGO	MQ-002
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Permitir conectar los cables de los distintos equipos	
	Pulsadores	Encender o apagar el equipo	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Transmisor	Motor	Brindar movimiento a todo el mecanismo	
	Ejes con rodillos de cepillos	Girar y limpiar las frutas	
	Cadena	Transmitir el movimiento del motor hacia los ejes	
	Chumaceras de piso	Soportar al eje y sus cargas	
	Catalinas	Transmitir el movimiento hacia la cadena	
Mecánico	Estructura	Soportar todos los elementos	

Tabla 40 Elementos de la lavadora de frutas


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	LAVADORA DE FRUTAS	MODELO	1493819A01
MARCA	BERTUZZI	CÓDIGO	MQ-003
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Conectar los cables de los distintos componentes	
	Pulsadores	Encender o apagar el equipo	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	

Tabla 40 Continuación

Transmisor	Motor	Brindar movimiento al mecanismo
	Ventilador	Ayudar a lavar mediante las aspas giratorias que generan movimiento y presión
	Banda metálica	Trasladar las frutas
	Cadena	Transmitir el movimiento del motor hacia los ejes
	Chumaceras de piso	Soportar al eje y sus respectivas cargas
	Catalinas	Transmitir el movimiento a la cadena
Mecánico	Estructura	Soportar a todos los elementos

Tabla 41 Elementos del elevador de paletas


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	ELEVADOR DE PALETAS	MODELO	10793773A
MARCA	BERTUZZI	CÓDIGO	MQ-004
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Conectar los cables de los distintos componentes	
	Pulsadores	Encender o apagar el equipo	
	Contactores	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Transmisor	Motor	Dar movimiento a todo el mecanismo	
	Banda con paletas	Trasladar las frutas	
	Cadena-piñón	Transferir el movimiento del motor hacia los ejes	
	Chumaceras de piso	Ofrecer soporte al eje y a sus distintas cargas	
	Ejes con rodillos	Guiar y mover la banda	
	Reductor	Mantener la velocidad de salida a la requerida por el sistema	
Mecánico	Estructura	Soportar a todos sus elementos	

Tabla 42 Elementos del transportador


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	TRANSPORTADOR	MODELO	10793773A04
MARCA	BERTUZZI	CÓDIGO	MQ-005
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Conectar los cables de los distintos componentes	
	Pulsadores	Encender o apagar el equipo	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Transmisor	Motor	Dar movimiento a todo el mecanismo	
	Banda transportadora	Trasladar las frutas	
	Cadena-piñón	Transferir el movimiento del motor hacia los ejes	
	Chumaceras de piso	Ofrecer soporte al eje y a sus distintas cargas	
	Ejes con rodillos	Guiar y mover la banda	
	Reductor	Mantener la velocidad de salida a la requerida por el sistema	
Mecánico	Estructura	Soportar a todos sus elementos	

Tabla 43 Elementos de la deshuesadora


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	DESHUESADORA	MODELO	DEN.555
MARCA	BERTUZZI	CÓDIGO	MQ-006
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Conectar los cables de los distintos componentes	
	Pulsadores	Encender o apagar el equipo	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Transmisor	Motor	Dar movimiento a todo el mecanismo	
	Tambor deshuesador	Triturar la fruta	
	Cadena-piñón	Transferir el movimiento del motor hacia los ejes	
	Chumaceras de pared	Ofrecer soporte al eje y a sus distintas cargas	
	Ejes	Guiar y mover la banda	
	Reductor	Mantener la velocidad de salida a la requerida por el sistema	

Tabla 44 Elementos del triturador


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	TRITURADOR	MODELO	TRI 0552
MARCA	BERTUZZI	CÓDIGO	MQ-007
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Conectar los cables de los distintos componentes	
	Pulsadores	Encender o apagar el equipo	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Transmisor	Motor	Proporcionar movimiento para todo el mecanismo	
	Cuchillas	Triturar las distintas frutas	
	Cadena-piñón	Transferir el movimiento del motor hacia los ejes	
	Chumaceras de pared	Ofrecer soporte al eje y a sus distintas cargas	
	Ejes	Guiar y mover la banda	
	Reductor	Mantener la velocidad de salida a la requerida por el sistema	
Mecánico	Estructura	Soportar a todos sus elementos	

Tabla 45 Elementos de la prensa de paso


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	PRENSA DE PASO	MODELO	PPS 0521
MARCA	BERTUZZI	CÓDIGO	MQ-008
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Conectar los cables de los distintos componentes	
	Pulsadores	Encender o apagar el equipo	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Transmisor	Motor	Proporcionar movimiento para todo el mecanismo	
	Cuchillas	Presionar las distintas frutas	
	Cadena-piñón	Transferir el movimiento del motor hacia los ejes	
	Chumaceras de pared	Ofrecer soporte al eje y a sus distintas cargas	
	Ejes	Guiar y mover la banda	
	Reductor	Mantener la velocidad de salida a la requerida por el sistema	

Tabla 46 Elementos del pulper de extracción

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	PULPER DE EXTRACCIÓN	MODELO	PAS 0645
MARCA	BERTUZZI	CÓDIGO	MQ-011
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Conectar los cables de los distintos componentes	
	Paro de emergencia	Parar el equipo durante una situación de emergencia	
	Seleccionadores	Encender o apagar el motor	
	Breakers	Proteger el sistema de sobrecargas	
	Termistor	Proteger y vigilar al devanado de altas temperaturas	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Accesorios	Aletas de caucho	Permitir la extracción de la pulpa	
Transmisor	Motor	Proporcionar movimiento para todo el mecanismo	
	Eje	Dirigir el movimiento producido por el motor y sujetar la porta aletas	
	Poleas	Soportar y guiar la rotación del eje	
	Bandas	Sincronizar y dar movimiento a las poleas	
	Retenedores	Impedir que se escape la grasa	
Mecánico	Tamiz (cedazo)	Filtrar la pulpa	
	Tolva	Receptar la fruta	
	Tapa	Impedir que se escape la pulpa	
	Estructura	Soportar a todos sus elementos	

Tabla 47 Elementos del termo break


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	TERMO BREAK	MODELO	IBM 0521
MARCA	BERTUZZI	CÓDIGO	MQ-013
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Conectar los cables de los distintos componentes	
	Pulsadores	Encender o apagar la máquina	
	Breakers	Proteger el sistema de sobrecargas	
	Termistor	Proteger y vigilar al devanado de altas temperaturas	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
	Transmisor	Motor	Proporcionar movimiento para todo el mecanismo
Tornillo sin fin		Transportar la fruta triturada hacia el pulper	
Poleas		Transferir la fuerza y el movimiento que produce el motor	
Bandas		Sincronizar y dar movimiento a las poleas	
Motorreductor		Mantener la velocidad de salida a la requerida por el sistema	
Rodamientos		Soportar y guiar la rotación del eje soportando cargas	
Térmico	Tuberías	Transportar el vapor	
	Manómetro	Medir e indicar la presión del vapor	
	Válvulas reguladoras	Regular el paso del vapor	
	Válvula reductora de presión	Resguardar al sistema de altas presiones	
	Válvula check	Permitir que el vapor fluya en una sola dirección	
	Trampas de vapor	Filtrar el vapor condensado	
Mecánico	Tamiz (cedazo)	Filtrar la pulpa	
	Tolva	Receptar la fruta	
	Tapa	Impedir que se escape la pulpa	
	Estructura	Soportar a todos sus elementos	

Tabla 48 Elementos de la olla pulmón

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	OLLA PULMON	MODELO	SCC,101C02
MARCA	BERTUZZI	CÓDIGO	MQ-028
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Conectar los cables de los distintos componentes	
	Pulsadores	Encender o apagar el equipo	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Transmisor	Motor	Proporcionar movimiento al eje agitador	
	Rodamientos	Soportar y guiar al eje agitador	
	Eje agitador	Guiar y mezclar el producto	
Mecánico	Estructura	Soportar a todos sus elementos	

Tabla 49 Elementos de la bomba de jugo


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	BOMBA DE JUGO	MODELO	1331
MARCA	BERTUZZI	CÓDIGO	MQ-029
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Conectar los cables de los distintos componentes	
	Pulsadores	Encender o apagar el equipo	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Transmisor	Motor	Proporcionar movimiento al eje agitador	
	Estator	Contener y soportar al rotor	
	Bridas	Permitir la unión de los elementos	
	Rotor	Producir fuerza de succión de la pulpa	
	Sellos y cauchos	Evitar la pérdida de fluido	
	Rodamientos	Soportar y guiar al eje	
	Eje sólido impulsor	Guiar el movimiento de rotación del motor	
Mecánico	Estructura	Soportar a todos sus elementos	

Tabla 50 Elementos del pasteurizador de placas

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	PASTEURIZADOR DE PLACAS	MODELO	IBM 0521
MARCA	BERTUZZI	CÓDIGO	MQ-013
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Conectar los cables de los distintos componentes	
	Pulsadores	Encender o apagar la máquina	
	Panel de control temperatura	Controlar los datos de la temperatura	
	Panel de control presión	Controlar los datos de presión	
	Breakers	Proteger el sistema de sobrecargas	
	Llave marcha general	Habilitar al equipo para que inicie a trabajar	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Transmisor	Bomba centrífuga	Circular la pulpa en el proceso	
	Rodamientos	Soportar y guiar la rotación del eje de la bomba	
Térmico	Tubería de retención	Proporcionar el tiempo de estancia mínima para el proceso	
	Manómetro	Medir e indicar la presión del vapor	
	Intercambiador de calor	Pasteurizar la pulpa	
	Termómetro	Indicar la temperatura de entrada y salida de la pulpa	
	Filtro tipo "Y"	Limpiar o contener impurezas	
	Válvula solenoide	Controlar automáticamente la entrada de vapor	
	By-pass	Desfogar el vapor	
	Válvula de esfera	Controlar el paso del vapor al sistema	
	Válvulas divisoras	Direccionar el flujo de la pulpa según las condiciones	
	Válvulas reguladoras	Regular el paso del vapor	
	Válvula reductora de presión	Resguardar al sistema de altas presiones	
	Válvula check	Permitir que el vapor fluya en una sola dirección	
Termocuplas PT-100	Censar la temperatura del proceso		
Mecánico	Estructura	Soportar a todos sus elementos	

Tabla 51 Elementos de la selladora automática 3


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	SELLADORA AUTOMÁTICA 3	MODELO	V.B.2013
MARCA	ASTIMEC	CÓDIGO	MQ-037
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica y control	PLC SIMATEC S7-1200	Automatizar los procesos electromecánicos	
	Porta fusibles	Sostener los fusibles en su lugar	
	Sensor de fibra óptica	Medir la temperatura	
	Contactador Siemens Sirius 9	Abrir o cerrar el circuito de la máquina	
	Pantalla Siemens KP-300	Mostrar y permitir configurar los parámetros	
	Variador de frecuencia	Controlar la velocidad del motor	
	Relés de bobina 24V-DC	Permitir abrir o cerrar circuitos independientes	
	Relés estado sólido 250V-AC	Conmutar el paso de electricidad cuando se mande señal	
	Selectores	Permitir seleccionar parámetros	
	Fuente de voltaje 24V-DC	Entregar energía de 24V a elementos que la requieran	
	Controlador digital	Controlar el valor de la temperatura	
Neumático	Unidad de mantenimiento	Purificar el aire y ajustar la presión del sistema, mantener lubricado los cilindros	
	Cilindros neumáticos	Accionar las mordazas horizontales y verticales	
	Mangueras	Contener y conducir el aire	
	Empaques	Evitar que el aire se escape	
	Electro Válvulas	Controlar el paso del aire	
	Boquillas de llenado	Llenar la pulpa	
	Distribuidor de producto	Distribuir el producto	
Térmico	Termocuplas	Medir la temperatura	
	Calentador de cartucho	Calentar las mordazas	
Transmisor	Motor	Proporcionar de movimiento al mecanismo	
	Rodillo para el plástico	Soportar al rollo de plástico	
	Banda	Sincronizar el movimiento	
	Rodamientos	Soportar a los ejes	
	Ejes	Dirigir el movimiento de rotación y sostener las piezas	
Mecánico	Mordazas	Sellar el empaque	
	Cierra de corte	Cortar las fundas de pulpa	
	Ruedas de arrastre	Arrastrar el plástico	
	Volante de centrado	Centrar la estructura de sellado	

Tabla 52 Elementos de la cámara de refrigeración

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	CAMARA DE REFRIGERACIÓN	MODELO	MRS 251T
MARCA	UNIBLOCK-ZANOTTI	CÓDIGO	MQ-050
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Permitir conectar los cables de los distintos componentes	
	Pulsadores	Encender o apagar el equipo	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Refrigeración	Evaporador	Realizar el intercambio de calor entre los fluidos	
	Compresor	Circular refrigerante dentro del circuito	
	Condensador	Disipar el calor absorbido en el evaporador y el calor generado por el compresor	
	Válvula de expansión	Generar la caída de presión necesaria entre el condensador y el evaporador	
	Ventiladores	Impulsar aire para enfriar el radiador	
	Válvula de paso	Permitir el paso del líquido	
	Termostato	Controlar la temperatura de acuerdo a los parámetros	
	Presostato	Cerrar o abrir el circuito en base a la presión	
	Termómetro	Indicar la temperatura del sistema	
	Termistor	Controlar la temperatura del sistema	
Mecánico	Manómetros	Medir la presión del sistema	
	Estructura	Soportar y contener a todos sus elementos	

Tabla 53 Elementos del caldero

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	CALDERO	MODELO	BS.391.87
MARCA	BELLELI	CÓDIGO	MAQ-051
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica y control	Borneras	Permitir conectar los cables de los distintos componentes	
	Presostato	Apagar al quemador cuando alcance la presión máxima y prenderlo cuando alcance la presión mínima	
	Termostato	Apagar al quemador al alcanzar la temperatura establecida	
	Indicadores de nivel	Indicar el nivel de agua	
	Breakers	Proteger al sistema de sobrecargas	
	Seleccionadores	Encender o apagar el equipo	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Constitutivo	Manómetros	Medir la presión del sistema	
	Tuberías y accesorios	Conducir y contener los distintos fluidos	
	Válvula de seguridad	Reducir la presión, expulsar el exceso de vapor	
	Válvula de purga	Eliminar impurezas acumuladas en el fondo	
	Válvula reductora de presión	Permitir la entrada y salida del vapor a una presión	
	Bomba de combustible	Proporcionar combustible	
	Parte interna del caldero	Producir y contener el intercambio de calor	
	Bomba centrífuga	Bombear el agua tratada al caldero	
Quemador	Motor	Proporcionar de movimiento al blower	
	Dispositivo de llama	Generar la llama	
	Blower	Soplar o impulsar la llama	
Mecánico	Cuerpo del caldero	Contener a todos los elementos	
	Base	Soportar el cuerpo del caldero	
Tratamiento del agua	Ablandador	Prevenir el deterioro rápido del caldero	

Tabla 54 Elementos del chiller

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	CHILLER	MODELO	RF90
MARCA	BELLELI	CÓDIGO	MQ-052
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Permitir conectar los cables de los distintos componentes	
	Pulsadores	Encender o apagar el equipo	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Refrigeración	Evaporador	Realizar el intercambio de calor entre los fluidos	
	Compresor	Circular refrigerante dentro del circuito	
	Condensador	Disipar el calor absorbido en el evaporador y el calor generado por el compresor	
	Válvula de expansión	Generar la caída de presión necesaria entre el condensador y el evaporador	
	Ventiladores	Impulsar aire para enfriar el radiador	
	Válvula de paso	Permitir el paso del líquido	
	Filtro de aceite	Evitar el paso de impurezas	
	Termostato	Controlar la temperatura de acuerdo a los parámetros	
	Presostato	Cerrar o abrir el circuito en base a la presión	
	Termómetro	Indicar la temperatura del sistema	
	Termistor	Controlar la temperatura del sistema	
	Válvula solenoide	Controlar el flujo del refrigerante	
	Válvula de cierre de agua	Controlar el paso del agua	
Manómetros	Medir la presión del sistema		
Mecánico	Estructura	Soportar y contener a todos sus elementos	

Tabla 55 Elementos del compresor de aire

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. SISTEMAS Y COMPONENTES	
MÁQUINA	COMPRESOR DE AIRE	MODELO	33-1047
MARCA	BINKS	CÓDIGO	MQ-053
SISTEMA	ELEMENTO	FUNCIÓN	
Alimentación eléctrica	Borneras	Permitir conectar los cables de los distintos componentes	
	Pulsadores	Encender o apagar la máquina	
	Breakers	Proteger el sistema de sobrecargas	
	Contactador	Proteger el circuito y está diseñado para abrir o cerrar el circuito conectado al motor	
Neumático	Manómetro	Medir la presión del aire	
	Filtro	Filtrar el aire	
	Mangueras, tuberías	Contener y conducir el aire	
	Válvulas	Permitir la entrada y salida del aire	
Hidráulico	Sistema de lubricación	Lubricar el equipo de forma constante	
Transmisor	Motor	Proporcionar movimiento al mecanismo	
	Poleas	Transferir el movimiento generado por el motor	
	Rodamientos	Soportar y guiar al eje	
	Bandas	Sincronizar y brindar movimiento	
Mecánico	Estructura	Soportar todos los elementos	
	Tanque de almacenamiento	Almacenar el aire comprimido	

3.2.5.3 Análisis AMFE

A través del desarrollo de la matriz AMFE descrita anteriormente según NTP 679, misma que es una matriz de estándares ponderados. Con la que se puede detectar los elementos y los sistemas más propensos a fallar, determinando su modo, motivo, consecuencia de fallos y las medidas o sugerencias correspondientes para tales fallas.

Para determinar si el riesgo de falla del elemento o sistema es alto, medio o bajo, se toman los valores planteados en la tabla 5.

Tabla 56 AMFE de la cepilladora de frutas

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código	AMFE-MAQ-02				
						Elaborada por	John Quezada				
						Fecha Elabo.	08/10/2020				
						Revisión	1				
MÁQUINA		CEPRILLADORA DE FRUTAS			MODELO	10793773A				Revisado por.	Ing. Jorge López
MARCA		BERTUZZI			CÓDIGO	MAQ-002				Fecha revisión.	10/11/2020
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento.	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Seleccionadores	Encender o pagar los equipos	Seleccionadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactor	Proteger el circuito y diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	5	7	3	105	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Motor	Entregar potencia y giro a los rodillos.	No enciende, sobrecalentamiento, ruidos.	Error en la conexión, presencia de cortocircuito en los devanados del estator, rodamientos desgastados	Los cepillos se detienen y las frutas no avanzan	8	9	7	504	Verificar las conexiones de acuerdo a la placa de identificación, verificar que no esté en corto.	Depto. Mantenimiento

Tabla 56 Continuación

5	Chumaceras de piso	Soportar al eje giratorio con sus cepillos	Fisuras, los rodillos no giran correctamente, desalineación	Mala o falta de lubricación, presencia de polvo	Los cepillos de detienen provocando que las frutas no avancen	6	10	9	540	Desarmar, cambiar o lubricar	Depto. Mantenimiento
6	Catalinas	Trasmitir el movimiento hacia la cadena	La cadena no se mueve	Desgaste de los dientes de la catalina	No hay transmisión del movimiento	6	8	5	240	Desmontar, reemplazar o lubricar.	Depto. Mantenimiento
7	Cadena	Trasferir el movimiento del motor hacia los ejes	Transmisión del movimiento irregular	Tensión no adecuada, esfuerzo excesivo, falta de mantenimiento	Movimiento de los ejes no constante, no se mueven	7	9	5	315	Desmontar, reemplazar, limpiar y lubricar.	Depto. Mantenimiento
8	Ejes con cepillos	Girar y lavar las frutas	Suciedad, desgaste, desalineación	Cepillos sucios o desgastados, impurezas, mala instalación	La fruta no sale limpia, movimientos bruscos	6	9	7	378	Cambiar cepillos, limpiar, verificar que estén bien colocados los ejes	Depto. Mantenimiento
Promedio									282.3		

Tabla 57 AMFE de lavadora de frutas

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código	AMFE-MAQ-03				
						Elaborada por	John Quezada				
						Fecha Elabo.	08/10/2020				
						Revisión	1				
MÁQUINA	LAVADORA DE FRUTAS			MODELO	1493819A01		Revisado por.	Ing. Jorge López			
MARCA	BERTUZZI			CÓDIGO	MAQ-003		Fecha revisión.	10/11/2020			
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Seleccionadores	Encender o pagar los equipos	Seleccionadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados.	No prende la máquina	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el circuito y diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	4	7	3	84	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Motor	Accionar los rodillos de máquina	No arranca, operación ruidosa, elevado consumo de energía, presencia de altas temperaturas	Error en la conexión, presencia de cortocircuito en los devanados del estator, rodamientos desgastados., motor dañado	Los rodillos no giran y las frutas no avanzan	7	9	8	504	Verificar las conexiones de acuerdo a la placa de identificación, verificar que no esté en corto.	Depto. Mantenimiento

Tabla 57 Continuación

5	Ventilador	Ayudar a lavar mediante aspas giratorias que generan una presión	Elevadas vibraciones, presión excesiva, desequilibrio	Conexiones roscadas sueltas. Impulsor dañado o desequilibrado. Contaminación del impulsor.	Se reduce la presión en el ducto por lo que la fruta no se lava bien	6	9	8	432	Apriete y asegure las conexiones roscadas.	Depto. Mantenimiento
6	Chumacera de piso	Soportar al eje y posibilita que gire libremente	Fractura, exceso de ruido, mucha vibración	Exceso de suciedad, carencia de lubricación, fallos de montaje, exceso de carga y presencia de corrosión.	Se reduce la presión en el ducto por lo que la fruta no se lava bien Pronto deterioro de los cojinetes, dificulta la rotación de los rodillos.	7	9	8	504	Desmontar, reemplazar o lubricar.	Depto. Mantenimiento
7	Catalinas	Transmitir el movimiento hacia la cadena	La cadena no se mueve	Desgaste de los dientes de la catalina	No hay transmisión del movimiento	6	8	7	336	Desmontar, reemplazar o lubricar.	Depto. Mantenimiento
8	Cadena-piñón	Girar conjuntamente y transferir el movimiento del motor hacia los ejes	Exceso de ruido en el mecanismo, reducción de velocidad	Carencia de lubricación, excedente de carga, Fatiga superficial.	Fractura de la cadena o dientes del piñón, desgaste y deterioro	7	9	8	504	Desmontar, reemplazar, limpiar y lubricar	Depto. Mantenimiento

Tabla 57 Continuación

9	Motorreductor	Mantener la velocidad de salida a la requerida por el sistema	Parada. Falla de rotación, fuga de aceite	Desgaste, aislamiento de rodamientos, golpe, grietas u oxidación	Accionamiento inadecuado	7	8	7	392	Revisión, reparación o cambio del elemento	Depto. Mantenimiento
			Sobrecalentamiento, falla de transmisión de potencia	Falta de lubricación, desgaste de piñones	Daño de elementos	7	8	6	336	Revisión del nivel de aceite, revisión o cambio del elemento	Depto. Mantenimiento
10	Banda transportadora metálica	Trasladar las frutas	Banda desgastada, paleta suelta	Tiempo excesivo de uso Mala calibración de ajuste o tensionado	No eleva las frutas adecuadamente	5	8	7	280	Revisar, reparar o cambiar de banda	Depto. Mantenimiento
					Promedio			322.5			

Tabla 58 AMFE del elevador de paletas

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código	AMFE-MAQ-04				
						Elaborada por	John Quezada				
						Fecha Elabo.	08/10/2020				
						Revisión	1				
MÁQUINA	ELEVADOR DE PALETAS				MODELO	10793773A				Revisado por.	Ing. Jorge López
MARCA	BERTUZZI				CÓDIGO	MAQ-004				Fecha revisión.	10/11/2020
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Seleccionadores	Encender o apagar los equipos	Seleccionadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados.	No prende la máquina	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	4	7	4	112	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Motor	Brindar movimiento a la máquina	No arranca, operación ruidosa, elevado consumo de energía, presencia de altas temperaturas	Falta de ventilación, Sobrecarga, Voltajes de línea desequilibrados, cortocircuito, rodamientos dañados	Incremento de temperatura, Disminuye la velocidad, potencia, rendimiento.	7	9	8	504	Verificar las conexiones de acuerdo a la placa de identificación, verificar que no esté en corto.	Depto. Mantenimiento

Tabla 58 Continuación

5	Banda transportadora con paletas	Trasladar las frutas	Banda desgastada, paleta suelta	Tiempo excesivo de uso Mala calibración de ajuste o tensionado.	No eleva las frutas adecuadamente	5	8	7	280	Revisar, reparar o cambiar de banda	Depto. Mantenimiento
6	Cadena-piñón	Girar conjuntamente y transferir el movimiento del motor hacia los ejes	Exceso de ruido en el mecanismo, reducción de velocidad	Carencia de lubricación, excedente de carga, Fatiga superficial	Fractura de la cadena o dientes del piñón, desgaste y deterioro	7	9	5	315	Desmontar, reemplazar, limpiar y lubricar.	Depto. Mantenimiento
7	Ejes con rodillos	Guiar y mover la banda	Suciedad, desgaste, desalineación	Rodillos sucios o desgastados, impurezas, mala instalación	La banda no se mueve correctamente, movimientos bruscos	6	9	7	378	Cambiar rodillos, limpiar, verificar que estén bien colocados los ejes	Depto. Mantenimiento
8	Chumacera de piso	Soportar al eje y posibilita que gire libremente	Fractura, exceso de ruido, mucha vibración	Exceso de suciedad, carencia de lubricación, fallos de montaje, exceso de carga y presencia de corrosión	Pronto deterioro de los cojinetes, dificulta la rotación de los rodillos.	6	8	6	288	Desmontar, reemplazar o lubricar.	Depto. Mantenimiento
9	Motorreductor	Mantener la velocidad de salida a la requerida por el sistema.	Parada. Falla de rotación, fuga de aceite	Desgaste, aislamiento de rodamientos, golpe, grietas u oxidación	Accionamiento inadecuado	7	8	7	392	Revisión, reparación o cambio del elemento	Depto. Mantenimiento
			Sobrecalentamiento, falla de transmisión de potencia	Falta de lubricación, desgaste de piñones	Daño de elementos	7	8	6	336	Revisión del nivel de aceite, revisión o cambio del elemento	Depto. Mantenimiento
Promedio									278.1		

Tabla 59 AMFE del transportador


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código AMFE-MAQ-05 Elaborada por John Quezada Fecha Elabo. 08/10/2020 Revisión 1					
MÁQUINA MARCA		TRANSPORTADOR BERTUZZI		MODELO CÓDIGO		10793773A04 MAQ-005		Revisado por. Ing. Jorge López Fecha revisión. 10/11/2020			
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Seleccionadores	Encender o apagar los equipos	Seleccionadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados	No prende la máquina	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales.	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	4	7	4	112	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Motor	Brindar movimiento a la máquina	No arranca, operación ruidosa, elevado consumo de energía, presencia de altas temperaturas	Falta de ventilación, Sobrecarga, Voltajes de línea desequilibrados, cortocircuito, rodamientos dañados	Incremento de temperatura, Disminuye la velocidad, potencia, rendimiento.	7	9	8	504	Verificar las conexiones de acuerdo a la placa de identificación, verificar que no esté en corto, cambiar interruptor	Depto. Mantenimiento

Tabla 59 Continuación

5	Banda transportadora	Trasladar las frutas	Banda desgastada	Tiempo excesivo de uso Mala calibración de ajuste o tensionado.	No transporta las frutas adecuadamente	5	8	7	280	Revisar, reparar o cambiar de banda	Depto. Mantenimiento
6	Cadena-piñón	Girar conjuntamente y transferir el movimiento del motor hacia los ejes	Exceso de ruido en el mecanismo, reducción de velocidad	Carencia de lubricación, excedente de carga, Fatiga superficial.	Fractura de la cadena o dientes del piñón, desgaste y deterioro	7	9	5	315	Desmontar, reemplazar, limpiar y lubricar.	Depto. Mantenimiento
7	Ejes con rodillos	Soportar la banda y el material a transportar	Suciedad, desgaste, desalineación	Rodillos sucios o desgastados, impurezas, mala instalación	La banda no se mueve correctamente, movimientos bruscos	6	9	7	378	Cambiar rodillos, limpiar, verificar que estén bien colocados los ejes	Depto. Mantenimiento
8	Chumacera de piso	Soportar al eje y posibilita que gire libremente	Fractura, exceso de ruido, mucha vibración	Exceso de suciedad, carencia de lubricación, fallos de montaje, exceso de carga y presencia de corrosión.	Pronto deterioro de los cojinetes, dificulta la rotación de los rodillos.	6	8	6	288	Desmontar, reemplazar o lubricar.	Depto. Mantenimiento
9	Motorreductor	Mantener la velocidad de salida a la requerida por el sistema.	Parada. Falla de rotación, fuga de aceite	Desgaste, aislamiento de rodamientos, golpe, grietas u oxidación	Accionamiento inadecuado	7	8	7	392	Revisión, reparación o cambio del elemento	Depto. Mantenimiento
			Sobrecalentamiento, falla de transmisión de potencia	Falta de lubricación, desgaste de piñones	Daño de elementos	7	8	6	336	Revisión del nivel de aceite, revisión o cambio del elemento	Depto. Mantenimiento
Promedio									278		

Tabla 60 AMFE de la deshuesadora


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código		AMFE-MAQ-06			
MÁQUINA		DESHUESADORA				MODELO		DEN.555			
MARCA		BERTUZZI				CÓDIGO		MAQ-006			
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Pulsadores	Encender o apagar los equipos	Pulsadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados.	No prende la máquina	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	4	7	4	112	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Motor	Brindar movimiento a la máquina	No arranca, operación ruidosa, elevado consumo de energía, presencia de altas temperaturas	Falta de ventilación, Sobrecarga, Voltajes de línea desequilibrados, cortocircuito, rodamientos dañados	Incremento de temperatura, Disminuye la velocidad, potencia, rendimiento	7	9	8	504	Verificar las conexiones de acuerdo a la placa de identificación, verificar que no esté en corto, cambiar interruptor	Depto. Mantenimiento

Tabla 60 Continuación

5	Tambor deshuesador	Triturar las frutas	Dientes desgastados	Tiempo excesivo de uso Mala calibración de ajuste	No tritura correctamente la fruta	7	10	8	560	Revisar, reparar o cambiar de banda	Depto. Mantenimiento
6	Cadena-piñón	Girar conjuntamente y transferir el movimiento del motor hacia los ejes	Exceso de ruido en el mecanismo, reducción de velocidad	Carencia de lubricación, excedente de carga, fatiga superficial	Fractura de la cadena o dientes del piñón, desgaste y deterioro	7	9	5	315	Desmontar, reemplazar, limpiar y lubricar.	Depto. Mantenimiento
7	Ejes	Girar y soportar el tambor	Suciedad, desgaste, desalineación	Rodillos sucios o desgastados, impurezas, mala instalación	No tritura la fruta, movimientos bruscos	6	9	7	378	Cambiar, limpiar, verificar que estén bien colocados los ejes	Depto. Mantenimiento
8	Chumacera de pared	Soportar al eje y posibilita que gire libremente	Fractura, exceso de ruido, mucha vibración	Exceso de suciedad, carencia de lubricación, fallos de montaje, exceso de carga y presencia de corrosión	Pronto deterioro de los cojinetes, dificulta la rotación de los rodillos.	6	8	6	288	Desmontar, reemplazar o lubricar.	Depto. Mantenimiento
9	Motorreductor	Mantener la velocidad de salida a la requerida por el sistema.	Parada. Falla de rotación, fuga de aceite	Desgaste, aislamiento de rodamientos, golpe, grietas u oxidación	Accionamiento inadecuado	7	8	7	392	Revisión, reparación o cambio del elemento	Depto. Mantenimiento
			Sobrecalentamiento, falla de transmisión de potencia	Falta de lubricación, desgaste de piñones	Daño de elementos	7	8	6	336	Revisión del nivel de aceite, revisión o cambio del elemento	Depto. Mantenimiento
									Promedio	306.1	

Tabla 61 AMFE del triturador

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código AMFE-MAQ-07					
						Elaborada por John Quezada					
						Fecha Elabo. 08/10/2020					
						Revisión 1					
MÁQUINA MARCA		TRITURADOR BERTUZZI		MODELO TRI0552		Revisado por. Ing. Jorge López					
				CÓDIGO MAQ-007		Fecha revisión. 10/11/2020					
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Permitir conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Pulsadores	Encender o apagar los equipos	Pulsadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados.	No prende la máquina	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales.	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	4	7	4	112	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Motor	Brindar movimiento a la máquina	No arranca, operación ruidosa, elevado consumo de energía, presencia de altas temperaturas	Falta de ventilación, Sobrecarga, Voltajes de línea desequilibrados, cortocircuito, rodamientos dañados	Incremento de temperatura, Disminuye la velocidad, potencia, rendimiento.	7	9	8	504	Verificar las conexiones de acuerdo a la placa de identificación, verificar que no esté en corto, cambiar interruptor	Depto. Mantenimiento

Tabla 61 Continuación

5	Cuchillas	Triturar las frutas	Dientes desgastados	Tiempo excesivo de uso Mala calibración de ajuste	No tritura correctamente la fruta	6	10	8	480	Revisar, reparar o cambiar de banda	Depto. Mantenimiento
6	Cadena-piñón	Girar conjuntamente y transferir el movimiento del motor hacia los ejes	Exceso de ruido en el mecanismo, reducción de velocidad	Carencia de lubricación, excedente de carga, fatiga superficial	Fractura de la cadena o dientes del piñón, desgaste y deterioro	7	9	5	315	Desmontar, reemplazar, limpiar y lubricar	Depto. Mantenimiento
7	Chumacera de pared	Soportar al eje y posibilita que gire libremente	Fractura, exceso de ruido, mucha vibración	Exceso de suciedad, carencia de lubricación, fallos de montaje, exceso de carga y presencia de corrosión.	Pronto deterioro de los cojinetes, dificulta la rotación de los rodillos.	6	8	6	288	Desmontar, reemplazar o lubricar.	Depto. Mantenimiento
8	Ejes	Girar y soportar el tambor	Suciedad, desgaste, desalineación	Rodillos sucios o desgastados, impurezas, mala instalación	No tritura la fruta, movimientos bruscos	6	9	7	378	Cambiar, limpiar, verificar que estén bien colocados los ejes	Depto. Mantenimiento
9	Motorreductor	Mantener la velocidad de salida a la requerida por el sistema.	Presencia de ruidos altos, atascamiento de los engranes	Desgaste, mala o falta de lubricación	La máquina se detiene o no trabaja a su máxima capacidad.	6	9	9	486	Rectificar, cambiar o lubricar	Depto. Mantenimiento
					Promedio				304.3		

Tabla 62 AMFE de la prensa de paso

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código		AMFE-MAQ-08			
						Elaborada por		John Quezada			
						Fecha Elabo.		08/10/2020			
						Revisión		1			
MÁQUINA		PRENSA DE PASO			MODELO	PPS 0521				Revisado por.	Ing. Jorge López
MARCA		BERTUZZI			CÓDIGO	MAQ-008				Fecha revisión.	10/11/2020
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Permitir conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Pulsadores	Encender o apagar los equipos	Pulsadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados.	No prende la máquina	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	4	7	4	112	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Motor	Brindar movimiento a la máquina	No arranca, operación ruidosa, elevado consumo de energía, presencia de altas temperaturas	Falta de ventilación, Sobrecarga, voltajes de línea desequilibrados, cortocircuito, rodamientos dañados	Incremento de temperatura, Disminuye la velocidad, potencia, rendimiento.	7	9	8	504	Verificar las conexiones de acuerdo a la placa de identificación, verificar que no esté en corto, cambiar interruptor	Depto. Mantenimiento

Tabla 62 Continuación

5	Tambores prensores	Presionar las frutas	Dientes desgastados	Tiempo excesivo de uso Mala calibración de ajuste	No tritura correctamente la fruta	6	10	8	480	Revisar, reparar o cambiar de banda	Depto. Mantenimiento
6	Cadena-piñón	Girar conjuntamente y transferir el movimiento del motor hacia los ejes	Exceso de ruido en el mecanismo, reducción de velocidad	Carencia de lubricación, excedente de carga, fatiga superficial	Fractura de la cadena o dientes del piñón, desgaste y deterioro	7	9	5	315	Desmontar, reemplazar, limpiar y lubricar.	Depto. Mantenimiento
7	Ejes	Girar y soportar el tambor	Suciedad, desgaste, desalineación	Rodillos sucios o desgastados, impurezas, mala instalación	No tritura la fruta, movimientos bruscos	6	9	7	378	Cambiar, limpiar, verificar que estén bien colocados los ejes	Depto. Mantenimiento
8	Chumacera de pared	Soportar al eje y posibilita que gire libremente	Fractura, exceso de ruido, mucha vibración	Exceso de suciedad, carencia de lubricación, fallos de montaje, exceso de carga y presencia de corrosión.	Pronto deterioro de los cojinetes, dificulta la rotación de los rodillos.	6	8	6	288	Desmontar, reemplazar o lubricar.	Depto. Mantenimiento
9	Motorreductor	Mantener la velocidad de salida a la requerida por el sistema.	Parada. Falla de rotación, fuga de aceite	Desgaste, aislamiento de rodamientos, golpe, grietas u oxidación	Accionamiento inadecuado	7	8	7	392	Revisión, reparación o cambio del elemento	Depto. Mantenimiento
			Sobrecalentamiento, falla de transmisión de potencia	Falta de lubricación, desgaste de piñones	Daño de elementos	7	8	6	336	Revisión del nivel de aceite, revisión o cambio del elemento	Depto. Mantenimiento
Promedio									298.1		

Tabla 63 AMFE del pulper de extracción

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código		AMFE-MAQ-011				
						Elaborada por		John Quezada				
						Fecha Elabo.		08/10/2020				
						Revisión		1				
MÁQUINA		PULPER DE EXTRACCIÓN			MODELO	PAS0645				Revisado por.		Ing. Jorge López
MARCA		BERTUZZI			CÓDIGO	MAQ-011				Fecha revisión.		10/11/2020
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE	
						F	G	D	IPR			
1	Borneras	Permitir conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento	
2	Pulsadores	Encender o apagar los equipos	Seleccionadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados.	No prende la máquina	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento	
3	Termistor	Proteger y vigilar directamente el devanado de sobrepasar altas temperaturas	Sobrecalentamiento del motor, Falla del termistor	Cumplió con su vida útil, tiene mal o desgastados los contactos	Se puede quemar el motor o no trabajaría a toda su potencia	7	9	7	441	Inspeccionar y verificar, cambiar	Depto. Mantenimiento	
4	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	4	7	4	112	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento	
5	Paro de emergencia	Parar el equipo durante una situación de emergencia	No hace contacto	Polvo, resortes rotos, contactos atascado o corroídos.	Daño a los sistemas de la máquina, cortocircuitos	4	9	3	108	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento	

Tabla 63 Continuación

6	Aletas de fibra de caucho	Permitir la extracción de la pulpa	Desgaste	Mala calibración, cumplieron con su vida útil	No extraen correctamente la pulpa	9	10	6	540	Revisar y cambiar	Depto. Mantenimiento
7	Motor	Entregar la potencia y giro al tornillo sin fin.	No enciende, sobrecalentamiento, ruidos	Error en la conexión, presencia de cortocircuito en los devanados del estator, rodamientos desgastados.	El eje no giraría Disminuye la velocidad, potencia, rendimiento	8	9	7	504	Verificar las conexiones de acuerdo a la placa de identificación, verificar que no esté en corto, cambiar interruptor	Depto. Mantenimiento
8	Eje	Dirigir el movimiento producido por el motor y sujeta la porta aletas	Rotura del Eje	Exceso de carga, desalineación	Paro total de la máquina	4	10	7	280	Realizar inspecciones de indicios de rotura	Depto. Mantenimiento
9	Poleas	Transferir la fuerza que produce el motor y ayuda a mover el eje.	Mal alineamiento entre las poleas.	Incorrecto montaje y ajuste	Fracturas, deterioro desmesurado de las bandas.	3	8	5	120	Verificar, calibrar	Depto. Mantenimiento
10	Rodamientos	Soportar y guiar la rotación del eje soportando cargas.	Desgaste por falta o mala lubricación	Sobrecarga, temperatura alta, Falta de lubricación, exceso de velocidad, presencia de vibración, falta de alineación.	Fricción, el eje no gira correctamente, provocando temperaturas altas y hasta la rotura del mismo	8	9	7	504	Desmontar y cambiar	Depto. Mantenimiento

Tabla 63 Continuación

11	Bandas	Transferir el movimiento generado por el motor	Deterioro o desgaste	Alcanzó su vida útil, presencia de fricción con la polea, demasiada templada, excesiva carga	Paro total de la máquina	7	10	8	560	Cambio de la banda	Depto. Mantenimiento
12	Tamiz	Filtrar la pulpa	Rotura	Mal ajuste, Cumplió su vida útil	Paso de sedimentos de la fruta	6	9	5	270	Inspeccionar siempre, reparar o cambiar	Depto. Mantenimiento
					Promedio				301.3		

Tabla 64 AMFE del termo break


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código AMFE-MAQ-013					
						Elaborada por John Quezada					
						Fecha Elabo. 08/10/2020					
						Revisión 1					
MÁQUINA MARCA		TERMO BREAK BERTUZZI		MODELO CÓDIGO		IBM0521 MAQ-013					
						Revisado por. Ing. Jorge López					
						Fecha revisión. 10/11/2020					
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Permitir conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Pulsadores	Encender o apagar los equipos	Pulsadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados.	No prende la máquina	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	4	7	4	112	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Motor	Entregar la potencia y giro al tornillo sin fin.	No enciende, sobrecalentamiento, ruidos	Error en la conexión, presencia de cortocircuito en los devanados del estator, rodamientos desgastados.	El eje y el tornillo sin fin no trabajarían	8	9	7	504	Verifique la conexión de acuerdo con los datos de la placa de identificación, verifique Bobinado del estator del motor, sustituya el cojinete	Depto. Mantenimiento

Tabla 64 Continuación

5	Tornillo sin fin	Transportar la fruta hacia la salida	Presencia de desgaste y de ruidos altos, el tornillo no se mueve	Atascamiento de la pulpa, deflexión del eje, presencia de grietas o fisuras	Obstrucción de la pulpa	6	10	5	300	Limpiar, comprobar el estado del motor y la caja de cambios, comprobar el estado del eje y del tornillo	Depto. Mantenimiento
6	Manómetro	Medir e indicar la presión del vapor	Sobrepresión, daño	Presión superior al límite, suciedad, cumplió con su vida útil	Muestra lecturas erradas de la presión.	6	8	4	192	Reemplazo o limpieza	Depto. Mantenimiento
7	Válvula reductora	Proteger el circuito de altas presiones	Mal funcionamiento de la válvula	Daño o desgaste de elementos internos, elemento viejo	Descenso de estándares de funcionamiento	7	10	6	420	Verificar y reemplazar	Depto. Mantenimiento
8	Válvula reguladora	Regular el paso del vapor	No regula	Desgaste, suciedad por corrosión	No circula correctamente el vapor	6	10	7	420	Verificar y reemplazar	Depto. Mantenimiento
9	Trampas de vapor	Filtrar el vapor condensado	Mal funcionamiento de la válvula	Válvula en mal estado, corrosión	Fuga de vapor	5	7	6	210	Verificar y reemplazar	Depto. Mantenimiento
10	Tuberías	Transportar el vapor	Adelgazamiento de las paredes, agujeros y roturas	Sedimentos en el vapor, uniones y accesorios fracturados o en mal estado, presencia de corrosión	Reducción de la presión y presencias de fugas.	7	10	4	280	Revisión de acoples, Reajuste de acoples y cambio de tuberías en mal estado	Depto. Mantenimiento

Tabla 64 Continuación

11	Bandas	Transferir el movimiento generado por el motor	Deterioro o desgaste	Alcanzó su vida útil, presencia de fricción con la polea, demasiada templada, excesiva carga	Paro total de la máquina	7	10	8	560	Cambio de la banda	Depto. Mantenimiento
12	Rodamientos	Soportar y guiar la rotación del eje soportando cargas	Desgaste por falta o mala lubricación	Sobrecarga, temperatura alta, Falta de lubricación, exceso de velocidad, presencia de vibración, falta de alineación	Fricción, el eje no gira correctamente, provocando temperaturas altas y hasta la rotura del mismo	8	9	7	504	Desmontar y cambiar	Depto. Mantenimiento
13	Motorreductor	Mantener la velocidad de salida a la requerida por el sistema	Presencia de ruidos altos, atascamiento de los engranes	Desgaste, mala o falta de lubricación	La máquina se detiene o no trabaja a su máxima capacidad.	6	9	9	486	Rectificar, cambiar o lubricar	Depto. Mantenimiento
					Promedio				320.3		

Tabla 65 AMFE de la olla pulmón agitador

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código AMFE-MAQ-028					
						Elaborada por John Quezada					
						Fecha Elabo. 08/10/2020					
						Revisión 1					
MÁQUINA OLLA PULMON AGITADOR		MODELO SCC.101C02		Revisado por. Ing. Jorge López							
MARCA BERTUZZI		CÓDIGO MAQ-028		Fecha revisión. 10/11/2020							
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Permitir conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Pulsadores	Encender o apagar los equipos	Pulsadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados.	No prende la máquina	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	4	7	4	112	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Motor	Brindar movimiento a la máquina.	No arranca, operación ruidosa, elevado consumo de energía, presencia de altas temperaturas	Falta de ventilación, Sobrecarga, Voltajes de línea desequilibrados, cortocircuito, rodamientos dañados	Incremento de temperatura, Disminuye la velocidad, potencia, rendimiento.	7	9	6	378	Verificar las conexiones de acuerdo a la placa de identificación, verificar que no esté en corto, cambiar interruptor	Depto. Mantenimiento

Tabla 65 Continuación

5	Rodamientos	Soportar y guiar la rotación del eje soportando cargas	Desgaste por falta o mala lubricación	Sobrecarga, temperatura alta, Falta de lubricación, exceso de velocidad, presencia de vibración, falta de alineación.	Fricción, el eje no gira correctamente, provocando temperaturas altas y hasta la rotura del mismo	8	9	7	504	Desmontar y cambiar	Depto. Mantenimiento
6	Eje agitador	Dirigir el movimiento producido por el motor y sujeta el agitador	Rotura del Eje	Rotura del Eje	Exceso de carga, desalineación	4	10	7	280	Realizar inspecciones de indicios de rotura	Depto. Mantenimiento
					Promedio				241.7		

Tabla 66 AMFE de la bomba de jugo

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código AMFE-MAQ-029					
						Elaborada por John Quezada					
						Fecha Elabo. 08/10/2020					
						Revisión 1					
MÁQUINA BOMBA DE JUGO		MODELO MA020731		Revisado por. Ing. Jorge López							
MARCA BERTUZZI		CÓDIGO MAQ-029		Fecha revisión. 10/11/2020							
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Permitir conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Pulsadores	Encender o apagar los equipos	Pulsadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados.	No prende la máquina	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	4	7	4	112	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Motor	Brindar movimiento a la máquina	No arranca, operación ruidosa, elevado consumo de energía, presencia de altas temperaturas	Falta de ventilación, Sobrecarga, Voltajes de línea desequilibrados, cortocircuito, rodamientos dañados	Incremento de temperatura, Disminuye la velocidad, potencia, rendimiento.	7	9	8	504	Verificar las conexiones de acuerdo a la placa de identificación, verificar que no esté en corto.	Depto. Mantenimiento

Tabla 66 Continuación

5	Estator	Contener al rotor	Desgaste abrasivo	Temperatura elevada, vibración	Agrietamiento en las superficies internas	4	9	7	252	Inspección, Limpieza y medir vibraciones	Depto. Mantenimiento
6	Bridas	Permitir la unión y sujeción de los elementos	Desajuste	Mala	Daños severos en el equipo	3	8	5	120	Revisar y cambiar	Depto. Mantenimiento
7	Rodamientos	Apoyar y guiar el eje	Debilitación superficial, deterioro abrasivo, rotura, corrosión.	Sobrecarga, temperatura alta, Falta de lubricación, presencia de vibración, falta de alineación.	Desacople del rodamiento y reducción en la potencia de la bomba, daños en los elementos.	7	9	8	504	Inspección, Limpieza, lubricación o cambio	Depto. Mantenimiento
8	Eje sólido impulsor	Guiar el movimiento de rotación del rotor	Desgaste abrasivo	Roce entre las partes fijas y giratorias	Daños severos de los componentes involucrados	5	9	7	315	Revisar y calibrar	Depto. Mantenimiento
9	Rotor	Producir la fuerza de succión del producto	Desgaste abrasivo	Roce entre las partes fijas y giratorias	Daños severos de los componentes involucrados	6	10	9	540	Revisar y calibrar	Depto. Mantenimiento
10	Sellos y cauchos	Evitar la pérdida de fluido desde el interior de la misma	Falla de los componentes	Desgaste de sellos y cauchos	Fuga del fluido	7	9	8	504	Revisar, desmontar y cambiar elementos	Depto. Mantenimiento
					Promedio				302.7		

Tabla 67 AMFE del pasteurizados de placas

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código AMFE-MAQ-030					
						Elaborada por John Quezada					
						Fecha Elabo. 08/10/2020					
						Revisión 1					
MÁQUINA PASTEURIZADOR DE PLACAS		MODELO SPA.120		Revisado por. SPA.120							
MARCA BERTUZZI		CÓDIGO MAQ-030		Fecha revisión. 10/11/2020							
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Permitir conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Pulsadores	Encender o apagar los equipos	Pulsadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados.	No prende la máquina	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	4	7	4	112	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Panel de control temperatura	Controlar y recibir datos de la temperatura	Muestra datos erróneos	Falta de limpieza y calibración	Demasiada o poca temperar atura y por ende producto no conforme	6	9	4	216	Inspeccionar, limpiar y calibrar los equipos	Depto. Mantenimiento
5	Panel control presión	Controlar y recibir datos de la presión en la tubería	Muestra datos erróneos	Falta de limpieza y calibración	Demasiada o poca temperar atura y por ende producto no conforme	6	9	5	270	Inspeccionar, limpiar y calibrar los equipos	Depto. Mantenimiento

Tabla 67 Continuación

6	Bomba centrífuga	Circular el producto en el proceso	Degaste de elementos	Ensamble incorrecto de los engranes, falta de lubricación	Poca o nula circulación del producto	7	8	5	280	Desmontar, revisar, lubricar o cambiar componentes	Depto. Mantenimiento
7	Tubería de retención	Proporcionar el tiempo de estancia mínima para el proceso	Agujeros, roturas y fugas	Accesorios mal acoplados, falta de limpieza	Disminución del caudal	4	10	4	160	Revisar, ajustar y limpiar	Depto. Mantenimiento
8	Manómetro	Indicar la presión del vapor	Mal funcionamiento del elemento	Presión excesiva, daño, presencia de corrosión, cumplió su vida útil	Muestra lecturas erradas de la presión	5	8	5	200	Inspeccionar y cambiar	Depto. Mantenimiento
9	Intercambiador de calor	Pasteurizar el producto	Fugas	Mal ajuste de los pernos después de realizar la limpieza	Desperdicio del producto, no se da la pasteurización correctamente	7	9	4	252	Revisar, ajustar y limpiar	Depto. Mantenimiento
10	Termómetro	Indicar la temperatura de entrada y salida del producto	Daño del componente	Cumplió su vida útil, construido por corrosión	No se puede controlar a que temperaturas está trabajando el sistema	7	9	5	315	Revisar y cambiar	Depto. Mantenimiento
11	Filtro tipo "Y"	Limpiar de impurezas	Desgaste	Cumplió su vida útil, obstruido por corrosión	Impedimento o reducido ingreso del vapor	7	8	5	280	Inspeccionar, limpiar o cambiar	Depto. Mantenimiento
12	Válvula solenoide	Controlar automáticamente la entrada de vapor	Obstrucción en la válvula, deterioro abrasivo	Componente taponada por sedimentos, presencia de corrosión	Limitado ingreso del vapor	6	10	4	240	Inspeccionar, limpiar o cambiar	Depto. Mantenimiento

Tabla 67 Continuación

13	Bypass	Permitir el desfogue de vapor o condensados	No hay desfogue	Esfera taponada por sedimentos, presencia de corrosión por vapor	Impedimento del desfogue del vapor	6	6	3	108	Inspeccionar y cambiar	Depto. Mantenimiento
14	Válvula de esfera	Alimentar de vapor al sistema	Obstrucción en la válvula, deterioro abrasivo	Componente taponada por sedimentos, presencia de corrosión	Limitado ingreso de vapor, la válvula no cierra y abre correctamente.	6	8	5	240	Inspeccionar, limpiar o cambiar	Depto. Mantenimiento
15	Válvulas divisoras	Direccionar el flujo de producto	Obstrucción en la válvula, deterioro abrasivo	Falta de presión, componentes dañados	No regula correctamente el paso del producto	6	8	3	144	Inspeccionar, limpiar, reparar o cambiar	Depto. Mantenimiento
16	Válvula check	Permitir que el producto fluya en una sola dirección	Obstrucción en la válvula, deterioro abrasivo	Componente taponada por sedimentos, cumplió su vida útil	El producto se regresa y no se pasteuriza correctamente	7	9	9	567	Inspeccionar y cambiar	Depto. Mantenimiento
17	Termocuplas PT-100	Censar la temperatura del proceso	lectura de datos erróneos	Falta de limpieza y calibración	Demasiada o poca temperatura y por ende producto no conforme	6	10	9	540	Inspeccionar, limpiar y calibrar los equipos	Depto. Mantenimiento
					Promedio				241.2		

Tabla 68 AMFE de la selladora automática 3


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código AMFE-MAQ-037					
						Elaborada por John Quezada					
						Fecha Elabo. 08/10/2020					
						Revisión 1					
MÁQUINA SELLADORA AUTOMÁTICA 3		MODELO V.B.2013		Revisado por. Ing. Jorge López							
MARCA BERTUZZI		CÓDIGO MAQ-037		Fecha revisión. 10/11/2020							
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	PLC	Enviar la señal y controlar los diferentes elementos	Falla al enviar las señales	corrosión y suciedad en los terminales	Máquina parada	3	10	6	180	Limpieza y ajuste	Depto. Mantenimiento
2	Sensor HANYOUNG	Controlar válvulas y actuadores	Lectura anormal de parámetros	Circuito abierto, no hay señal	No se controlan las válvulas	6	10	5	300	Chequeo, limpieza y ajuste de terminales	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	5	10	5	250	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Variador de frecuencia	Controlar la velocidad rotacional de un motor	Sobretensión, caída de tensión o sobrecarga (sobre corriente).	Daños en los capacitores por altas temperaturas, reducción en el aislamiento de los semiconductores, fallos en los ventiladores	Falla el control de las revoluciones del motor, no regula los valores establecidos para su correcto funcionamiento.	4	10	6	240	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento

Tabla 68 Continuación

5	Relés	Abrir o cerrar circuitos y también pueden cortar el circuito bajo carga	Exceso de carga, Cortocircuito.	Mucho consumen la instalación eléctrica, desgaste, fallo del electroimán o bobina	Sobrecalentamiento del conductor, Daño de aislamiento, no abre o cierra el circuito.	5	10	5	250	Limpieza, comprobación del correcto funcionamiento o cambio del dispositivo	Depto. Mantenimiento
6	Seleccionadores, pulsadores	Ayudar a poner en marcha la máquina o elementos de la misma	No se acciona	Cortocircuito, presencia de polvo, contactos sueltos	La máquina no se enciende, o no se selecciona algún parámetro requerido	4	7	5	140	Reajuste de conexiones Desarmar, limpiar y comprobar su correcto funcionamiento	Depto. Mantenimiento
7	Fuente de voltaje	Entregar energía a elementos que requieran	Salida alta No arranca Baja salida	Alta energía Cortocircuito Baja energía	No arranca la máquina	4	10	6	240	Limpieza, Inspección Visual y medición de alimentación	Depto. Mantenimiento
8	Manómetro	Regular e indicar la presión presente en el sistema	Mal funcionamiento del elemento	Presión excesiva, daño, cumplió su vida útil	Lecturas erradas de la presión presente en el sistema	5	8	5	200	Limpieza del filtro y revisión de estado de este, cambio de filtro	Depto. Mantenimiento
9	Cilindro	Accionar las mordazas verticales y horizontales	Deficiencia en el accionamiento	Conexiones deterioradas, empaques desgastados, presión elevada.	Reducida capacidad de accionamiento	5	8	6	240	Revisar la presión, limpiar, lubricación	Depto. Mantenimiento
10	Mordazas	Calentar y sellar el plástico	Mal sellado	Falta de presión de los pistones. Mala calibración de las mordazas	Fugas, producto no conforme	9	10	6	540	Revisar la presión y calibrar	Depto. Mantenimiento
				Suciedad. Demasiada o poca temperatura	Fuga del producto	9	10	6	540	Limpieza y controlar la temperatura	Depto. Mantenimiento

Tabla 68 Continuación

11	Termocuplas	Indicar el valor de la temperatura	Lectura anormal, fallo en funcionamiento	Deterioros, terminales sucios, cortos, fuera de su ubicación	Falla de lectura de temperatura	7	9	6	378	Limpieza de terminales y revisar que estén en su lugar	Depto. Mantenimiento
12	Electroválvula	Controlar el flujo del aire	Inconexión	Daño, conexiones rotas o mal conectadas.	Cantidad insuficiente de aire en el cilindro	5	9	3	135	Reemplazo de electroválvula y verificación de conexiones	Depto. Mantenimiento
13	Controlador	Controlar las válvulas y su flujo de aire	Inconexión	Presencia de suciedad en los terminales y falta de control de la configuración	Presión excesiva en las tuberías o falta de la misma	6	9	5	270	Realizar limpieza de terminales y revisar configuraciones	Depto. Mantenimiento
14	Unidad de mantenimiento	Purificar y ajustar la presión del aire	Problemas en el funcionamiento	Acumulación de residuos, Falla común, Falta de aceite	Problemas de funcionamiento de válvulas y cilindros	7	9	8	504	Limpieza y manteniendo de la unidad	Depto. Mantenimiento
15	Boquillas de llenado	Llenar producto	Daño, ajuste fugas	Rotura de mangueras, abrazaderas y empaques	Fuga del producto	7	9	8	504	Revisar el estado de empaques y abrazaderas	Depto. Mantenimiento
16	Motor	Mover las ruedas de arrastre	No enciende, Lubricación, suciedad, daño	Fuente de alimentación o error en la conexión, presencia de cortocircuito en los devanados del estator, rodamientos desgastados.	No hay arrastre del plástico	7	10	6	420	Verificar las conexiones de acuerdo a la placa de identificación, verificar que no esté en corto, cambiar interruptor	Depto. Mantenimiento

Tabla 68 Continuación

17	Banda	Transferir el movimiento generado por el motor	Deterioro o brecha	Alcanzó su vida útil, presencia de fricción con la polea, demasiada templada, excesiva carga	Fuga del producto, debido a que no hay arrastre	6	8	7	336	Cambio de banda	Depto. Mantenimiento
18	Relés	Abrir o cerrar un circuito	Falla al cerrar el circuito	Cortocircuito, suciedad	Circuito abierto, no manda señal	5	8	5	200	Limpieza y comprobación. Cambio de relé del correcto funcionamiento	Depto. Mantenimiento
19	Mangueras	Conducir un fluido de un elemento a otro	Fuga, salida de producto bajo	Desgaste, desajuste	No se conduce por el interior un fluido	6	8	5	240	Comprobar la flexibilidad de las mangueras y posibles fugas	Depto. Mantenimiento
20	Ruedas de arrastre	Arrastrar el plástico	Sellado incorrecto	Falta de alineación y tornillos flojos	No hay arrastre del plástico	8	10	7	560	Revisar siempre la alineación y los tornillos	Depto. Mantenimiento
					Promedio			317.5			

Tabla 69 AMFE de la cámara de refrigeración5

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código	AMFE-MAQ-050				
						Elaborada por	John Quezada				
						Fecha Elabo.	08/10/2020				
						Revisión	1				
MÁQUINA	CAMARA DE REFRIGERACIÓN 5			MODELO	MRS 251T		Revisado por.	Ing. Jorge López			
MARCA	UNIBLOCK-ZANOTTI			CÓDIGO	MAQ-050		Fecha revisión.	10/11/2020			
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Permitir conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Pulsadores	Encender o apagar los equipos	Pulsadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados	No prende la máquina	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	4	7	4	112	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Evaporador	Realizar el intercambio de calor entre los fluidos	Fallo en la transferencia de calor Fallo en la carcasa y anclaje	Fugas y averías en las cañerías	Temperaturas elevadas dentro de la cámara	6	10	8	480	Inspeccionar, reparar averías y cargar refrigerante	Depto. Mantenimiento
5	Compresor	Circular refrigerante dentro del circuito	El compresor no arranca	Falta de alimentación eléctrica, Sobrecarga en el compresor	No circula el refrigerante	6	10	9	540	Inspeccionar, reparar averías y cargar refrigerante	Depto. Mantenimiento

Tabla 69 Continuación

6	Condensador	Disipar el calor absorbido en el evaporador y de la energía del compresor	Equipo apagado, sube la temperatura interna de la cámara frigorífica	Fallo en las presiones de gas refrigeran, Fallo en la suelda de las cañerías Fallo en los motores ventiladores Fallo en la disipación de calor	Se dañan las pulpas producto del aumento de la temperatura	7	10	8	560	Presión reducida, provocando que el radiador no se enfríe	Depto. Mantenimiento
7	Válvula de expansión	Generar la caída de presión necesaria entre el condensador y el evaporador	Reducción del frío en la cámara	Fallo en las cañerías de la válvula Fallo en el cuerpo de la válvula Fallo en el ecualizador	Se dañan las pulpas producto del aumento de la temperatura	7	10	8	560	Inspeccionar, reparar averías y cargar refrigerante	Depto. Mantenimiento
8	Ventiladores	Impulsar el aire a través del radiador	Vibración excesiva, presión y salida insuficiente, desequilibrio	Conexiones roscadas sueltas. Impulsor dañado o desequilibrado. Contaminación del impulsor.	Presión reducida, provocando que el radiador no se enfríe	6	9	8	432	Limpiar y lubricar	Depto. Mantenimiento
9	Válvula de paso	Permitir el paso del líquido a través de la tubería	Obstrucción en la válvula, deterioro abrasivo	Componente taponada, presencia de corrosión	Impedimento de ingreso del refrigerante, El accionar de la válvula no funciona adecuadamente.	6	9	7	378	Inspeccionar, limpiar o cambiar	Depto. Mantenimiento

Tabla 69 Continuación

10	Filtro de aceite	Evitar el paso de impurezas abrasivas	Obstrucción, daño	Deterioro del filtro, presencia de impurezas	Posibles daños a los cojinetes y demás partes, haciendo que genere ruidos extraños o reduzca su potencia.	6	10	4	240	Limpiar o cambiar el filtro	Depto. Mantenimiento
11	Termostato	Controlar y verificar la temperatura	Sobrecalentamiento y mal funcionamiento termostato	Mal ajuste de controles, Termostato dañado	Control erróneo de la temperatura	6	10	6	360	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
12	Presostato	Cerrar y abrir el circuito en base a lectura de la presión de fluido	No se abre o cierra, presenta trabas.	Resorte roto o fatigado, Contactos desgastados o dañados	No manda la señal para encender los elementos, no controla la presión interna de la cámara.	7	10	8	560	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
13	Termistor	Controlar la temperatura	Sobrecalentamiento, Falla del termistor	Cumplió con su vida útil, tiene mal o desgastados los contactos	Se puede quemar el motor o no trabajaría a toda su potencia	7	9	7	441	Inspeccionar y verificar, cambiar	Depto. Mantenimiento
14	Termómetro	Indicar la temperatura a la cual se encuentra la cámara	Daño del componente	Cumplió su vida útil, obstruido por corrosión	No se puede controlar a que temperaturas está trabajando el sistema	7	9	5	315	Revisar y cambiar	Depto. Mantenimiento
15	Manómetros	Medir la presión del sistema	Mal funcionamiento del elemento	Presión excesiva, daño, presencia de corrosión, cumplió su vida útil	Muestra lecturas erradas de la presión	5	8	5	200	Inspeccionar y cambiar	Depto. Mantenimiento
Promedio									356.9		

Tabla 70 AMFE del caldero


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código		AMFE-MAQ-051			
						Elaborada por		John Quezada			
						Fecha Elabo.		08/10/2020			
						Revisión		1			
MÁQUINA		CALDERO		MODELO		BS.391.87		Revisado por.		Ing. Jorge López	
MARCA		BELLELI		CÓDIGO		MAQ-051		Fecha revisión.		10/11/2020	
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Permitir conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	3	72	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Seleccionadores	Encender o apagar los equipos	Seleccionadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados.	No prende la máquina	4	6	4	96	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	6	7	5	210	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Presostato	Apagar y prender el quemador al llegar a los parámetros establecidos de presión	No se abre o cierra, presenta trabas.	Resorte roto o fatigado, contactos desgastados o dañados	No envía la señal para encender la caldera, no controla la presión interna de la caldera	7	10	7	490	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento

Tabla 70 Continuación

5	Termostato	Apagar el quemador al alcanzar temperatura establecida	Fallo del componente.	Resorte roto o fatigado, contactos desgastados o dañados, sello desgastado, se abre antes de tiempo	Control erróneo de la temperatura, presencia de temperaturas muy altas y bajas	5	10	6	300	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
6	Manómetro	Medir la presión	Fallo del elemento	Presión excesiva, daño, presencia de corrosión, cumplió su vida útil	Muestra lecturas erradas de la presión	6	8	7	336	Cambio del manómetro	Depto. Mantenimiento
7	Tuberías, codos	Alojar y guiar agua y vapor para ser llevado hacia los diferentes elementos	Fugas	Corrosión, cumplió su vida útil	Inactivación del sistema	7	10	6	420	Revisar y cambiar tuberías y accesorios	Depto. Mantenimiento
8	Indicadores de nivel	Indicar el nivel de los distintos fluidos	No indica el nivel	Suciedad, el nivel está dañado	Cero visibilidades del nivel del fluido	7	8	5	280	Revisar, limpiar o cambiar nivel	Depto. Mantenimiento
9	Válvula de seguridad	Reducir la presión, se abre y expulsa el exceso de agua	No funciona correctamente la válvula	El diafragma presenta fallas, corrosión.	No alivia la presión y se produce una sobrepresión	6	10	9	540	Limpieza o cambio válvula	Depto. Mantenimiento
10	Bombas	Proporcionar respectivos fluidos al caldero	Menor eficiencia de trabajo	Falta de lubricación, Deterioro de cojinetes	Ruido y vibraciones	7	9	8	504	Revisar lubricación de cojinetes, cambiar cojinetes	Depto. Mantenimiento
				Eje desalineado, Falta de sujeción	Ruido y vibraciones	4	9	8	288	Alinear eje y revisar sujeción	Depto. Mantenimiento
				Rozamiento del rodete	Ruido y vibraciones	3	9	9	243	Revisar deformaciones en el rodete	Depto. Mantenimiento

				Fuga de combustible por sellos y empaques desgastados	Disminución de presión y caudal del combustible	6	9	6	324	Revisar sellos y empaques, cambiarlos si es necesario	Depto. Mantenimiento
				Defectos en el rodete por incrustaciones de sólidos, deterioro de cojinetes	Disminución de presión y caudal del combustible	7	9	8	504	Revisar el tanque de almacenamiento y tubería, cambiar cojinetes	Depto. Mantenimiento
11	Válvulas de retención	Cerrar completamente el paso del fluido en una dirección y permite el paso libre en la dirección opuesta	Fallo en el funcionamiento de la válvula	Componentes internos desgastados o dañados, presencia de corrosión	El fluido se regresa y transita correctamente.	6	10	9	540	Revisar y cambiar	Depto. Mantenimiento
12	Válvula de purga	Eliminar sedimentos alojados en el fondo del depósito	Falta de estanqueidad	Desgaste de empaques, ataque químico, corrosión	Fuga del fluido	7	10	8	560	Cambio de empaques, verificar los químicos y considerar temperaturas	Depto. Mantenimiento
			Avería del elemento	Obstrucciones internas	Dificultad para abrir cerrar	7	10	8	560	Retirar la válvula y revisar obstrucciones, cambio de válvula	Depto. Mantenimiento
13	Quemador	Producir y generar la llama	No se enciende, no funciona correctamente	Fallas en el dispositivo de llama Defectos en el funcionamiento del motor o blower	No hay producción de llama, el caldero no funcionaría No hay producción de llama, el caldero no funcionaría	6	10	6	360	Destapar, revisar, limpiar, reemplazar	Depto. Mantenimiento

Tabla 70 Continuación

14	Intercambiador de calor	Ayudar al intercambio de calor entre dos fluidos a diferente temperatura	Elevado o reducido nivel del PH	Presencia de sedimentos, corrosión, oxidación	Aguas muy duras, dañando la estructura y tuberías	7	10	8	560	Revisar que el ablandador esté trabajando bien con su respectivo químico	Depto. Mantenimiento
15	Ablandador	Purificar el agua a suministrar	No entra en servicio, impurezas presentes en las pruebas	Nula o mala aplicación de químicos, ablandador no funciona correctamente	Deterioro del caldero y tuberías	7	9	8	504	Revisar el equipo, colocar correctamente los químicos	Depto. Mantenimiento
					Promedio				384.6		

Tabla 71 AMFE del chiller


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)						Código AMFE-MAQ-052			
								Elaborada por John Quezada			
								Fecha Elabo. 08/10/2020			
								Revisión 1			
MÁQUINA CHILLER		MODELO RF90						Revisado por. Ing. Jorge López			
MARCA BELLELI		CÓDIGO MAQ-052						Fecha revisión. 10/11/2020			
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Borneras	Permitir conectar los cables de los equipos	Exceso de carga, recalentamiento	Amontonamiento de suciedad, desconexión de las conexiones, corrosión	Cortocircuito y fundición de elementos eléctricos	4	6	4	96	Limpieza o cambio de borneras	Depto. Mantenimiento
2	Pulsadores	Encender o apagar los equipos	Seleccionadores desgastados o quemados	Exceso de polvo, resortes rotos, contactos atascados	No prende la máquina	5	8	2	80	Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
3	Contactador	Proteger el equipo, diseñado para abrir o cerrar el circuito	Contactos pegados o soldados	Exceso de suciedad, presencia de corrosión en los terminales	No enciende la máquina, gasto elevado de corriente	4	7	4	112	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
4	Evaporador	Realizar el intercambio de calor entre los fluidos	Fallo en la transferencia de calor Fallo en la carcasa y anclaje	Fugas y averías en las cañerías	Temperaturas elevadas dentro de la cámara	6	10	8	480	Inspeccionar, reparar averías y cargar refrigerante	Depto. Mantenimiento
5	Compresor	Circular refrigerante dentro del circuito	El compresor no arranca	Falta de alimentación eléctrica, Sobrecarga en el compresor	No circula el refrigerante	6	10	9	540	Inspeccionar, reparar averías y cargar refrigerante	Depto. Mantenimiento

Tabla 71 continuación

6	Condensador	Disipar el calor absorbido en el evaporador y de la energía del compresor	Equipo apagado, sube la temperatura interna de la cámara frigorífica	Fallo en las presiones de gas refrigerante, Fallo en la suelda de las cañerías Fallo en los motores ventiladores Fallo en la disipación de calor	Se dañan las pulpas producto del aumento de la temperatura	7	10	8	560	Inspeccionar, reparar averías y cargar refrigerante	Depto. Mantenimiento
7	Válvula de expansión	Generar la caída de presión necesaria entre el condensador y el evaporador	Reducción del frío en la cámara	Fallo en las cañerías de la válvula Fallo en el cuerpo de la válvula Fallo en el ecualizador	Se dañan las pulpas producto del aumento de la temperatura	7	10	8	560	Inspeccionar, reparar averías y cargar refrigerante	Depto. Mantenimiento
8	Ventiladores	Impulsar el aire a través del radiador	Vibración excesiva, presión y salida insuficiente, desequilibrio	Conexiones roscadas sueltas. Impulsor dañado o desequilibrado. Contaminación del impulsor.	Presión reducida, provocando que el radiador no se enfríe	6	9	8	432	Limpiar y lubricar	Depto. Mantenimiento
9	Válvula de paso	Permitir el paso del líquido a través de la tubería	Obstrucción en la válvula, deterioro abrasivo	Componente taponada, presencia de corrosión	Impedimento de ingreso del refrigerante, El accionar de la válvula no funciona adecuadamente.	6	9	7	378	Inspeccionar, limpiar o cambiar	Depto. Mantenimiento

Tabla 71 Continuación

10	Filtro de aceite	Evitar el paso de impurezas abrasivas	Obstrucción, daño	Deterioro del filtro, presencia de impurezas	Posibles daños a los cojinetes y demás partes, haciendo que genere ruidos extraños o reduzca su potencia.	6	10	4	240	Limpiar o cambiar el filtro	Depto. Mantenimiento
11	Termostato	Controlar la temperatura manteniéndola en un rango	Falla del termostato	Resorte roto o fatigado, Contactos desgastados o dañados	Control erróneo de la temperatura	6	10	6	360	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
12	Presostato	Cerrar y abrir el circuito en base a lectura de la presión de fluido	No se abre o cierra, presenta trabas.	Resorte roto o fatigado, Contactos desgastados o dañados.	No manda la señal para encender la máquina, no controla la presión interna del chiller	7	10	8	560	Inspección, Limpieza o cambio	Depto. Mantenimiento
13	Termistor	Controlar la temperatura	Sobrecalentamiento, Falla del termistor	Cumplió con su vida útil, tiene mal o desgastados los contactos	Se puede quemar el motor o no trabajaría a toda su potencia	7	9	7	441	Inspeccionar y verificar, cambiar	Depto. Mantenimiento
14	Termómetro	Indicar la temperatura a la cual se encuentra la cámara	Daño del componente	Cumplió su vida útil, obstruido por corrosión	No se puede controlar a que temperaturas está trabajando el sistema	7	9	5	315	Revisar y cambiar	Depto. Mantenimiento
15	Manómetros	Medir la presión del sistema	Mal funcionamiento del elemento	Presión excesiva, daño, presencia de corrosión, cumplió su vida útil	Muestra lecturas erradas de la presión	5	8	5	200	Inspeccionar y cambiar	Depto. Mantenimiento
									Promedio	356.9	

Tabla 72 AMFE del compresor de aire

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MATRIZ DE MÉTODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMFE)				Código	AMFE-MAQ-057				
						Elaborada por	John Quezada				
						Fecha Elabo.	08/10/2020				
						Revisión	1				
MÁQUINA	COMPRESOR DE AIRE				MODELO	33-1047				Revisado por.	Ing. Jorge López
MARCA	BINKS				CÓDIGO	MAQ-057				Fecha revisión.	10/11/2020
No	ELEMENTO	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	MOTIVO DE FALLO	CONSECUENCIA DE FALLO	VALORACIONES				TAREA CORRECTORA	RESPONSABLE
						F	G	D	IPR		
1	Seleccionadores, pulsadores	Ayudar a poner en marcha la máquina o elementos de la misma	No se acciona	Cortocircuito, presencia de polvo, contactos sueltos	La máquina no se enciende, o no se selecciona algún parámetro requerido	4	6	3	72	Reajuste de conexiones Desarmar, limpiar y comprobar su correcto funcionamiento	Depto. Mantenimiento
2	Controlador	Controlar las válvulas y su flujo de aire	Inconexión	Presencia de suciedad en los terminales y falta de control de la configuración	Presión excesiva en las tuberías o falta de la misma	6	9	4	216	Realizar limpieza de terminales y revisar configuraciones	Depto. Mantenimiento
3	Manómetro	Regular e indica la presión del sistema	Mal funcionamiento del elemento	Presión excesiva, daño, presencia de corrosión, cumplió su vida útil	Lecturas erradas de la presión que sale	5	7	3	105	Limpieza del filtro y revisión de estado de este, cambio de filtro	Depto. Mantenimiento
4	Mangueras	Conducir un fluido de un elemento a otro	Fuga, salida de producto bajo	Desgaste, desajuste	No se conduce por el interior un fluido	6	8	4	192	Comprobar la flexibilidad de mangueras y posibles fugas	Depto. Mantenimiento
5	Motor	Transformar en movimiento la energía eléctrica	No arranca, no para, se apaga, ruido excesivo, sobrecalentamiento	Circuito abierto, desajuste, suciedad, falla de energía	No genera movimiento el motor	6	10	9	540	limpieza, comprobación de eje del motor, medición de parámetros	Depto. Mantenimiento

Tabla 72 Continuación

6	Filtro de aceite	Evitar el paso de impurezas o partículas	Obstrucción, daño	Deterioro del filtro, presencia de impurezas	Posibles daños a los cojinetes y demás partes, haciendo que genere ruidos extraños o reduzca su potencia	6	10	4	240	Limpiar o cambiar el filtro	Depto. Mantenimiento
7	Filtro de aire	Clarificar o depura	Taponado	Contaminación, desajuste	Contaminación del aire	7	9	7	441	Limpieza y ajuste de partes, cambio de filtro	Depto. Mantenimiento
8	Válvula de purga	Limpiar el aire	No regula	Desgaste	Fugas, pérdidas de presión	5	8	5	200	Verificar el estado de la válvula, cambiarla	Depto. Mantenimiento
9	Sistema de lubricación	Permitir que el equipo trabaje lubricado de forma constante	Taponamiento, daño, no funciona correctamente	Daños en los componentes del sistema de lubricación	Deterioro de los cojinetes y otras partes haciendo que dejen de funcionar o produzcan ruidos extraños	7	8	7	392	Verificar, limpiar y lubricar	Depto. Mantenimiento
10	Poleas	Transferir la fuerza que genera el motor a través de la banda.	Mal alineamiento entre las poleas.	Incorrecto montaje y ajuste	Fracturas, deterioro desmesurado de las bandas.	3	6	6	108	Ajustar y alinear	Depto. Mantenimiento
11	Bandas	Transferir el movimiento generado por el motor	Deterioro o desgaste	Alcanzó su vida útil, presencia de fricción con la polea, demasiada templada, excesiva carga	La velocidad del compresor disminuye, la correa se desliza en el volante	8	9	7	504	Revisar el estado, cambiar la banda cuando presente daños	Depto. Mantenimiento
12	Caja conexiones motor	Contener y proteger las conexiones	No arranca el motor	Corrosión en los terminales, suciedad, cortocircuito	Parada total del equipo	3	8	4	96	Revisar conexiones, realizar limpieza	Depto. Mantenimiento
									Promedio	258.8	

3.2.5.4 Análisis de la matriz AMFE

A través de la matriz AMFE ejecutada en cada máquina, se detecta que la mayoría tiene componentes críticos, estos son los que necesitan una especial atención para evitar daños o afectar el correcto funcionamiento del equipo, deteniendo la producción de una manera severa provocando grandes problemas. Lo que no solo dañará gravemente los componentes, sino también los elementos circundantes.

Los componentes en rojo en el índice de IPR de las matrices AMFE, indican que el riesgo es alto, por ello siempre debemos estar atentos y tomar las medidas de mantenimiento correspondientes; luego de aplicar a estas partes, nos centraremos en los componentes de color amarillo con riesgo medio, y finalmente los de color gris con riesgo bajo.

3.2.5.5 Análisis de criticidad

Para este trabajo, se decidió optar por el modelo "CTR" del método semicuantitativo de criticidad, que evaluará la criticidad total de cada riesgo (como se describe en la sección 1.3.4.12) con el fin de obtener resultados más realistas en la determinación de los valores más críticos de la empresa. Para realizar el análisis de criticidad se debe contemplar los criterios de ponderación, como impacto operacional, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento, seguridad, consecuencias de fallos y seguridad, higiene y ambiente.

Tabla 73 Análisis de criticidad de la cepilladora de frutas


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					Código	CTR-MAQ-02		
							Elaborado por	John Quezada		
MÁQUINA		CEPILLADORA DE FRUTAS			CÓDIGO	MAQ-002		Fecha Elabo.	08/10/2020	
								Revisión	1	
								Fecha Rev.	10/11/2020	
								Revisado por.	Ing. Jorge López	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD		
Borneras	5	2	1	1	12	1	12	Baja		
Pulsadores	3	1	1	1	5	2	10	Baja		
Contactador	7	2	1	1	16	1	16	Baja		
Motor	8	4	1	1	34	1	34	Media		
Ejes con cepillos	7	4	1	1	30	1	30	Media		
Cadena	7	4	1	1	30	1	30	Media		
Chumaceras de piso	5	2	1	1	12	1	12	Baja		
Catalinas	5	4	1	1	22	1	22	Baja		
Estructura	5	4	1	1	22	1	22	Baja		
					PROMEDIO		20.89			

Tabla 74 Análisis de criticidad de la cepilladora de frutas


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					Código	CTR-MAQ-03	
							Elaborado por.	John Quezada	
		MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD					Fecha Elabo.	08/10/2020	
							Revisión	1	
							Fecha Rev.	10/11/2020	
MÁQUINA	LAVADORA DE FRUTAS			CÓDIGO	MAQ-003		Revisado por.	Ing. Jorge López	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD	
Borneras	5	2	1	1	12	1	12	Baja	
Pulsadores	3	1	1	1	5	2	10	Baja	
Contactador	7	2	1	1	16	1	16	Baja	
Motor	8	4	1	1	34	1	34	Media	
Ventilador	7	4	1	1	30	1	30	Media	
Banda metálica	7	4	1	1	30	1	30	Media	
Cadena	5	2	1	1	12	1	12	Baja	
Chumaceras de piso	5	2	1	1	12	2	24	Baja	
Catalinas	5	2	1	1	12	2	24	Baja	
Estructura	3	4	1	1	14	1	14	Baja	
					PROMEDIO		20.60		

Tabla 75 Análisis de criticidad del elevador de paletas


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					Código	CTR-MAQ-04	
							Elaborado por.	John Quezada	
		MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD					Fecha Elabo.	08/10/2020	
							Revisión	1	
							Fecha Rev.	10/11/2020	
MÁQUINA	ELEVADOR DE PALETAS			CÓDIGO	MAQ-004		Revisado por.	Ing. Jorge López	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD	
Borneras	5	2	1	1	12	1	12	Baja	
Pulsadores	3	1	1	1	5	2	10	Baja	
Contactador	7	2	1	1	16	1	16	Baja	
Motor	8	4	1	1	34	1	34	Media	
Banda con paletas	5	4	1	1	22	1	22	Baja	
Cadena-piñón	7	4	1	1	30	1	30	Media	
Chumaceras de piso	7	4	1	1	30	1	30	Media	
Ejes con rodillos	7	4	1	1	30	1	30	Media	
Reductor	8	2	1	1	18	2	36	Media	
Estructura	3	4	1	1	14	1	14	Baja	
					PROMEDIO		23.4		

Tabla 76 Análisis de criticidad del transportador


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					Código	CTR-MAQ-05		
		MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD					Elaborado por.	John Quezada		
Fecha Elabo.	08/10/2020									
Revisión	1									
MÁQUINA		TRANSPORTADOR			CÓDIGO	MAQ-005		Fecha Rev.	10/11/2020	
MÁQUINA		TRANSPORTADOR			CÓDIGO	MAQ-005		Revisado por.	Ing. Jorge López	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD		
Borneras	5	2	1	1	12	1	12	Baja		
Pulsadores	3	1	1	1	5	2	10	Baja		
Contactador	7	2	1	1	16	1	16	Baja		
Motor	8	4	1	1	34	1	34	Media		
Banda transportadora	5	4	1	1	22	1	22	Baja		
Cadena-piñón	7	4	1	1	30	1	30	Media		
Chumaceras de piso	7	4	1	1	30	1	30	Media		
Ejes con rodillos	7	4	1	1	30	1	30	Media		
Motorreductor	8	2	1	1	18	2	36	Media		
Estructura	3	4	1	1	14	1	14	Baja		
					PROMEDIO		23.4			

Tabla 77 Análisis de criticidad de la deshuesadora


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.						Código	CTR-MAQ-06
		MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD						Elaborado por.	John Quezada
								Fecha Elabo.	08/10/2020
						MÁQUINA	DESHUESADORA		
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD	
Borneras	5	2	1	1	12	1	12	Baja	
Pulsadores	3	1	1	1	5	2	10	Baja	
Contactador	7	2	1	1	16	1	16	Baja	
Motor	8	4	1	1	34	1	34	Media	
Tambor deshuesador	9	4	1	6	43	1	43	Alta	
Cadena-piñón	7	4	1	1	30	1	30	Media	
Chumaceras de pared	7	4	1	1	30	1	30	Media	
Ejes	7	4	1	1	30	1	30	Media	
Reductor	8	2	1	1	18	2	36	Media	
Estructura	3	4	1	1	14	1	14	Baja	
					PROMEDIO		25.5		

Tabla 78 Análisis de criticidad de la prensa de paso


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					Código		CTR-MAQ-08
							Elaborado por.		Fecha Elabo.
MÁQUINA		PRENSA DE PASO			CÓDIGO	MAQ-008		Revisado por.	
								Fecha Rev.	
ELEMENTOS		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Borneras		5	2	1	1	12	1	12	Baja
Pulsadores		3	1	1	1	5	2	10	Baja
Contactador		7	2	1	1	16	1	16	Baja
Motor		8	4	1	1	34	1	34	Media
Tambores prensadores		9	4	1	6	43	1	43	Alta
Cadena-piñón		7	4	1	1	30	1	30	Media
Chumaceras de pared		7	4	1	1	30	1	30	Media
Ejes		7	4	1	1	30	1	30	Media
Motorreductor		8	2	1	1	18	2	36	Media
Estructura		3	4	1	1	14	1	14	Baja
						PROMEDIO		25.5	

Tabla 79 Análisis de criticidad del termo break


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					Código	CTR-MAQ-013
		MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD					Elaborado por.	John Quezada
							Fecha Elabo.	08/10/2020
					MÁQUINA	TERMO BREAK		
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Borneras	5	2	1	1	12	1	12	Baja
Pulsadores	3	1	1	1	5	2	10	Baja
Contactador	7	2	1	1	16	1	16	Baja
Motor	10	4	1	3	44	1	44	Alta
Tornillos sin fin	9	4	2	1	39	1	39	Media
Bandas	7	4	1	1	30	2	60	Alta
Rodamientos	7	4	1	1	30	2	60	Alta
Poleas	5	4	1	1	22	1	22	Baja
Motorreductor	8	4	2	1	35	1	35	Media
Tuberías	7	4	1	3	32	1	32	Media
Manómetro	7	4	1	3	32	1	32	Media
Válvulas reguladoras	10	4	1	3	44	1	44	Alta
Válvula reductora	10	4	1	3	44	1	44	Alta
Válvula check	7	4	1	3	32	1	32	Media
Trampas de vapor	7	4	1	3	32	1	32	Media
Estructura	5	4	1	1	22	1	22	Baja
					PROMEDIO		33.5	

Tabla 80 Análisis de criticidad de la selladora automática 3


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					Código	CTR-MAQ-037
		MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD					Elaborado por.	John Quezada
							Fecha Elabo.	08/10/2020
					MÁQUINA	SELLADORA AUTOMÁTICA 3		
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
PLC SIMATIC S7	7	4	1	1	30	1	30	Media
Porta fusibles	5	2	1	1	12	1	12	Baja
Sensor de fibra óptica	7	4	1	1	30	1	30	Media
Contactador	7	4	1	1	30	1	30	Media
Pantalla	7	4	1	1	30	1	30	Media
Variador	7	4	1	1	30	1	30	Media
Relés de bobina	5	4	1	1	22	1	22	Baja
Relés estado sólido	5	4	1	1	22	1	22	Baja
Selectores	7	2	1	1	16	1	16	Baja
Fuente de voltaje	7	4	1	1	30	1	30	Media
Breakers	5	2	1	1	12	2	24	Baja
Controlador digital	7	4	1	1	30	1	30	Media
Borneras	5	2	1	1	12	1	12	Baja
Unidad de mantenimiento	7	4	1	1	30	1	30	Media
Manómetro	5	4	1	1	22	2	44	Baja

Tabla 80 Continuación

Cilindros neumáticos	10	4	1	1	42	1	42	Alta
Mangueras	7	2	1	1	16	1	16	Baja
Empaques	5	4	1	1	22	2	44	Alta
Electro válvulas	7	4	1	1	30	1	30	Baja
Boquillas de llenado	5	4	1	1	22	1	22	Baja
Distribuidor producto	7	4	1	1	30	1	30	Media
Termocuplas	7	2	1	1	16	2	32	Alta
Calentador cartucho	7	2	1	1	16	2	32	Media
Radillo para plástico	3	4	1	1	14	1	14	Baja
Banda	7	4	1	1	30	1	30	Media
Ejes	5	4	1	1	22	1	22	Baja
Rodamientos	7	4	1	1	30	1	30	Media
Motor	10	4	1	1	42	1	42	Alta
Polea	3	4	1	1	14	1	14	Baja
Mordazas	5	4	1	1	22	1	22	Baja
Ruedas de arrastre	7	2	1	1	16	1	16	Baja
Volante de centrado	3	4	1	1	14	1	14	Baja
Estructura	3	4	1	1	14	1	14	Baja
					PROMEDIO		26	

Tabla 81 Análisis de criticidad del caldero


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.						Código	CTR-MAQ-051
		MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD						Elaborado por.	John Quezada
								Fecha Elabo.	08/10/2020
						MÁQUINA	CALDERO		
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD	
Borneras	5	2	1	2	13	1	13	Baja	
Seleccionadores	6	2	1	2	15	1	15	Baja	
Breakers	7	2	1	2	17	1	17	Baja	
Contactador	5	2	1	2	13	1	13	Baja	
Manómetros	7	4	1	3	32	1	32	Media	
Filtros	7	4	1	3	32	1	32	Media	
Tuberías, accesorios	7	4	1	3	32	1	32	Media	
Válvula de seguridad	7	4	1	6	35	1	35	Media	
Válvula de purga	5	4	1	3	24	1	24	Baja	
Válvula reductora	6	4	1	8	33	1	33	Media	
Bomba combustible	10	4	1	3	44	1	44	Alta	
Parte interna caldero	10	4	1	6	47	1	47	Alta	
Bomba centrífuga	10	4	1	3	44	1	44	Alta	
Motor	10	4	2	3	45	1	45	Alta	
Blower	7	4	2	3	33	1	33	Media	

Tabla 81 Continuación

Dispositivo de llama	7	4	2	3	33	1	33	Media
Cuerpo del caldero	5	4	2	3	25	1	25	Baja
Base	5	4	1	3	24	1	24	Baja
Presostato	7	4	1	3	32	1	32	Media
Termostato	7	4	1	3	32	1	32	Media
Indicadores de nivel	7	4	1	3	32	1	32	Media
Ablandador	7	4	2	3	33	1	33	Media
					PROMEDIO		30.45454545	

Tabla 82 Análisis de criticidad del pasteurizador de placas

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.						Código	CTR-MAQ-030
		MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD						Elaborado por.	John Quezada
								Fecha Elabo.	08/10/2020
						MÁQUINA	PASTEURIZADOR DE PLACAS		
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD	
Borneras	5	2	1	1	12	1	12	Baja	
Pulsadores	3	1	1	1	5	2	10	Baja	
Contactador	7	2	1	1	16	1	16	Baja	
Panel control temperatura	7	4	2	6	36	1	36	Media	
Panel control presión	7	4	1	6	35	1	35	Media	
Llave marcha general	10	2	1	3	24	1	24	Baja	
Bomba centrífuga	10	4	2	6	48	1	48	Alta	
Tubería de retención	10	2	1	6	27	1	27	Baja	
Manómetro	7	4	1	6	35	1	35	Media	
Intercambiador de calor	7	4	2	6	36	1	36	Media	
Termómetro	7	4	1	6	35	1	35	Media	
Filtro tipo "Y"	7	4	1	6	35	1	35	Media	
Válvula solenoide	7	4	1	6	35	1	35	Media	
By-pass	7	4	1	6	35	1	35	Media	
Válvula de esfera	5	4	1	6	27	1	27	Baja	

Tabla 82 Continuación

Válvula reguladora	7	4	1	6	35	1	35	Media
Válvula divisora	7	4	1	6	35	1	35	Media
Válvula check	7	4	1	6	35	1	35	Media
Termocuplas PT-100	10	4	2	6	48	1	48	Alta
Mirilla	5	4	1	6	27	1	27	Baja
Estructura	5	4	1	6	27	1	27	Baja
					PROMEDIO		31.10	

Tabla 83 Análisis de criticidad del triturador


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					Código	CTR-MAQ-07		
							Elaborado por.	John Quezada		
MÁQUINA		TRITURADOR			CÓDIGO	MAQ-007		Fecha Elabo.	08/10/2020	
								Revisión	1	
								Fecha Rev.	10/11/2020	
ELEMENTOS		IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	Revisado por.	Ing. Jorge López
									JERARQUÍA DE CRITICIDAD	
Borneras	5	2	1	1	12	1	12	Baja		
Pulsadores	3	1	1	1	5	2	10	Baja		
Contactador	7	2	1	1	16	1	16	Baja		
Motor	8	4	1	1	34	1	34	Media		
Cuchillas	9	4	1	6	43	1	43	Alta		
Cadena-piñón	7	4	1	1	30	1	30	Media		
Chumaceras de pared	7	4	1	1	30	1	30	Media		
Ejes	7	4	1	1	30	1	30	Media		
Motorreductor	8	2	1	1	18	2	36	Media		
Estructura	3	4	1	1	14	1	14	Baja		
						PROMEDIO		25.5		

Tabla 84 Análisis de criticidad de la bomba de jugo


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					Código	CTR-MAQ-029	
							Elaborado por.	John Quezada	
		MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD					Fecha Elabo.	08/10/2020	
							Revisión	1	
							Fecha Rev.	10/11/2020	
MÁQUINA	BOMBA DE JUGO ALIMENTADOR			CÓDIGO	MAQ-029		Revisado por.	Ing. Jorge López	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD	
Borneras	5	2	1	1	12	1	12	Baja	
Pulsadores	3	1	1	1	5	2	10	Baja	
Contactador	7	2	1	1	16	1	16	Baja	
Motor	10	4	2	3	45	1	45	Alta	
Rodamientos	5	2	1	3	14	2	28	Media	
Estator	5	4	1	6	27	1	27	Media	
Eje sólido impulsor	10	4	1	6	47	1	47	Alta	
Rotor	10	4	1	6	47	1	47	Alta	
Sellos y cauchos	5	2	1	6	17	2	34	Media	
Estructura y carcasa	5	4	1	3	24	1	24	Media	
					PROMEDIO		29.00		

Tabla 85 Análisis de criticidad de la olla pulmón agitador


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.						Código	CTR-MAQ-028
		MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD						Elaborado por.	John Quezada
Fecha Elabo.	08/10/2020								
Revisión	1								
MÁQUINA		OLLA PULMÓN AGITADOR			CÓDIGO	MAQ-028		Revisado por.	Ing. Jorge López
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD	
Borneras	5	2	1	1	12	1	12	Baja	
Pulsadores	3	1	1	1	5	2	10	Baja	
Contactador	7	2	1	1	16	1	16	Baja	
Motor	8	4	1	1	34	1	34	Media	
Rodamientos	9	4	1	6	43	1	43	Alta	
Eje agitador	7	4	1	1	30	1	30	Media	
Estructura	7	4	1	1	30	1	30	Media	
					PROMEDIO		25.00		

Tabla 86 Análisis de criticidad de la cámara de refrigeración 5


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					Código	CTR-MAQ-050	
							Elaborado por.	John Quezada	
MÁQUINA		CAMARA DE REFRIGERACIÓN 5			CÓDIGO	MAQ-050		Fecha Elabo.	08/10/2020
								Revisión	1
								Fecha Rev.	10/11/2020
							Revisado por.	Ing. Jorge López	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD	
Borneras	5	2	1	2	13	1	13	Baja	
Seleccionadores	6	2	1	2	15	1	15	Baja	
Contactador	7	2	1	2	17	1	17	Baja	
Evaporador	10	4	1	2	43	1	43	Alta	
Compresor	10	4	2	5	47	1	47	Alta	
Condensador	10	4	2	5	47	1	47	Alta	
Válvula de expansión	10	4	1	5	46	1	46	Alta	
Ventiladores	7	4	1	3	32	1	32	Media	
Válvula de paso	7	4	1	3	32	1	32	Media	
Filtro de aceite	7	4	1	3	32	1	32	Media	
Termostato	10	4	1	3	44	1	44	Alta	
Presostato	10	4	1	3	44	1	44	Alta	
Termistor	7	4	1	3	32	1	32	Media	
Termómetro	7	4	1	3	32	1	32	Media	
Manómetros	7	4	1	3	32	1	32	Media	
Estructura	5	2	1	3	14	1	14	Baja	
					PROMEDIO		32.63		

Tabla 87 Análisis de criticidad del chiller


		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					Código	CTR-MAQ-052
							Elaborado por.	John Quezada
		MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD					Fecha Elabo.	08/10/2020
							Revisión	1
							Fecha Rev.	10/11/2020
MÁQUINA	CHILLER			CÓDIGO	MAQ-052		Revisado por.	Ing. Jorge López
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD
Borneras	5	2	1	2	13	1	13	Baja
Pulsadores	6	2	1	2	15	1	15	Baja
Contactador	7	2	1	2	17	1	17	Baja
Evaporador	7	4	2	5	35	1	35	Media
Compresor	10	4	2	5	47	1	47	Alta
Condensador	10	4	2	5	47	1	47	Alta
Válvula de expansión	10	4	1	5	46	1	46	Alta
Ventiladores	7	4	1	3	32	1	32	Media
Válvula de paso	7	4	1	3	32	1	32	Media
Filtro de aceite	7	4	1	3	32	1	32	Media
Termostato	10	4	1	3	44	1	44	Alta
Presostato	10	4	1	3	44	1	44	Alta
Termistor	7	4	1	3	32	1	32	Media
Termómetro	7	4	1	3	32	1	32	Media
Manómetros	7	4	1	3	32	1	32	Media
Válvula solenoide	7	4	1	3	32	1	32	Media
Válvula de cierre agua	7	4	1	3	32	1	32	Media
Bomba de agua	10	4	2	3	45	1	45	Alta
Estructura	5	2	1	3	14	1	14	Baja
					PROMEDIO		32.79	

Tabla 88 Análisis de criticidad del pulper de extracción



		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					Código	CTR-MAQ-011	
							Elaborado por.	John Quezada	
		MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD					Fecha Elabo.	08/10/2020	
							Revisión	1	
							Fecha Rev.	10/11/2020	
MÁQUINA	PULPER DE EXTRACCIÓN			CÓDIGO	MAQ-011		Revisado por.	Ing. Jorge López	
ELEMENTOS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTENIMIENTO	SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE	CONSECUENCIA DE FALLOS	FRECUENCIA A QUE SE PRESENTA	VALOR CRITICIDAD	JERARQUÍA DE CRITICIDAD	
Borneras	5	2	1	2	13	1	13	Baja	
Paro de emergencia	6	2	1	2	15	1	15	Baja	
Seleccionadores	7	2	1	2	17	1	17	Baja	
Breakers	5	2	1	2	13	1	13	Baja	
Termistor	7	4	1	2	31	1	31	Media	
Contactador	5	2	1	3	14	2	28	Baja	
Aletas de caucho	7	2	1	8	23	3	69	Alta	
Motor	10	4	2	3	45	1	45	Alta	
Eje	10	4	1	6	47	1	47	Alta	
Poleas	5	4	1	3	24	1	24	Baja	
Rodamientos	7	4	1	6	35	1	35	Alta	
Bandas	10	2	1	3	24	2	48	Alta	
Empaques	6	4	1	8	33	1	33	Media	
Tamiz (cedazo)	7	2	1	3	18	2	36	Media	
Tolva	5	4	1	3	24	1	24	Baja	
Estructura	5	4	1	3	24	1	24	Baja	
					PROMEDIO		30.94		

Tabla 89 Análisis de criticidad del compresor de aire

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					Código	CTR-MAQ-053	
							Elaborado por.	John Quezada	
MÁQUINA		COMPRESOR DE AIRE					Código	MAQ-053	
							Revisión	1	
							Fecha Rev.	10/11/2020	
MATRIZ DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD		CÓDIGO					Revisado por.	Ing. Jorge López	
							ELEMENTOS		IMPACTO OPERACIONAL
Borneras	5	2	1	2	13	1	13	Baja	
Seleccionadores	6	2	1	2	15	1	15	Baja	
Breakers	7	2	1	2	17	1	17	Baja	
Contactador	5	2	1	2	13	1	13	Baja	
Manómetro	4	4	1	6	23	1	23	Baja	
Filtro	3	4	1	6	19	2	38	Alta	
Mangueras	5	4	1	3	24	1	24	Baja	
Válvulas	5	4	1	3	24	2	48	Alta	
Sistema lubricación	7	4	1	6	35	1	35	Media	
Motor	10	4	2	3	45	1	45	Alta	
Poleas	5	4	1	6	27	1	27	Baja	
Rodamientos	7	4	1	3	32	1	32	Media	
Bandas	10	4	1	3	44	1	44	Alta	
Estructura	7	2	1	3	18	1	18	Baja	
Tanque almacenamiento	7	2	1	3	18	1	18	Baja	
					PROMEDIO		27.33		

3.2.5.6 Gamas de mantenimiento

El alcance del mantenimiento se basa en el cumplimiento de las gamas, que son un conjunto de tareas de mantenimiento con uno o más elementos comunes. Estas buscan reducir y prevenir fallos que se puedan presentar en las máquinas. Las tareas de mantenimiento se agrupan en una gama de mantenimiento general, en la cual constan todas las máquinas con sus respectivos componentes y detallando las acciones a realizar, finalmente se agrupan las gamas por frecuencia que son las siguientes:

Tabla 90 Códigos y frecuencias utilizadas

Código	Frecuencia
1D	Diario
1S	Semanal
1M	Mensual
3M	Trimestral
6M	Semestral
1A	Anual

Tabla 91 Gama de mantenimiento para las máquinas

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.					
		GAMA DE MANTENIMIENTO					
MÁQUINA	COMPONENTE	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN	# PERSONAS	MATERIALES Y EQUIPOS	
Cepilladora	Borneras, Pulsadores, Contactor	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro	
		Chequear y ajustar los terminales y conexiones	6M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro	
		Desmontar y limpiar	1A	35min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro	
	Motor	Inspeccionar y limpiar	3M	15min	1	Caja de herramientas, brocha, guaípe	
	Motorreductor	Desmontar, limpiar y revisar el nivel de aceite	1A	2h	1	Caja de herramientas, brocha, guaípe	
	Ejes con rodillos de cepillos	Inspeccionar y limpiar	6M	2h	1	Caja de herramientas, brocha, guaípe	
	Ejes con rodillos de cepillos	Cambiar los cepillos	1A	6h	1	Caja de herramientas, guaípe	
	Cadena	Inspeccionar y limpiar	6M	1h	1	Caja de herramientas, guaípe	
	Chumaceras de piso	Inspeccionar y limpiar	6M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe	
	Chumaceras de piso	Lubricar	1M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe	
	Catalinas	Inspeccionar y limpiar	6M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe	
	Aspersores	Verificar la presión de salida	3M	10min	1	Caja de herramientas, guaípe	
	Aspersores	Revisar las boquillas	3M	10min	1	Caja de herramientas, guaípe	
	Estructura	Reajustar las partes empernadas	1A	30min	1	Caja de herramientas, guaípe	
	Estructura	Revisar que falten pernos o accesorios	6M	5min	1		

Tabla 91 Continuación

Lavadora de frutas	Borneras, Pulsadores, Contactor	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequeo y ajuste de terminales y conexiones	6M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontaje y limpieza	1A	35min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Motor	Inspeccionar y limpiar	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Motorreductor	Desmontar, limpiar y revisar el nivel de aceite	1A	2h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Ventilador	Inspeccionar y limpiar	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Banda metálica	Inspeccionar y limpiar	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Cadena	Inspeccionar, limpiar y lubricar	6M	1h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Chumaceras de piso	Inspeccionar y limpiar	6M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Chumaceras de piso	Lubricar	1M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Piñones	Inspeccionar, limpiar y lubricar	6M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Estructura	Reajustar las partes empernadas	1A	40min	1	Caja de herramientas
Elevador de paletas	Borneras, Pulsadores, Contactor	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequear y ajustar los terminales y conexiones	6M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar y limpiar	1A	35min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Motor	Inspeccionar y limpiar	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Motorreductor	Desmontar, limpiar y revisar el nivel de aceite	1A	2h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Banda con paletas	Controlar y tensionar	6M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Banda con paletas	Inspeccionar el desgaste	1A	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Cadena - piñón	Inspeccionar, limpiar y lubricar	6M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Chumaceras de piso	Inspeccionar y limpiar	6M	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Chumaceras de piso	Lubricar	1M	20min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Ejes con rodillos	Inspeccionar y limpiar	1A	35min	1	Caja de herramientas, guaípe

Tabla 91 Continuación

Transportador	Borneras, Pulsadores, Contactor	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequear y ajustar los terminales y conexiones	6M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar y limpiar	1A	35min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Motor	Inspeccionar y limpiar	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Motorreductor	Desmontar, limpiar y revisar el nivel de aceite	1A	2h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Banda transportadora	Controlar y tensionar	6M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Banda transportadora	Inspeccionar el desgaste	1A	15min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Cadena - piñón	Inspeccionar y limpiar	6M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Chumaceras de piso	Inspeccionar y limpiar	6M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Chumaceras de piso	Lubricar	1M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
Ejes con rodillos	Inspeccionar y limpiar	1A	40min	1	Caja de herramientas, guaípe	
Deshuesadora	Borneras, Pulsadores, Contactor	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequear y ajustar los terminales y conexiones	6M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar y limpiar	1A	35min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Motor	Inspeccionar y limpiar	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Tambor deshuesador	Inspeccionar el desgaste	6M	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Cadena -piñón	Inspeccionar y limpiar	6M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe, desengrasante
	Chumaceras de pared	Inspeccionar y limpiar	6M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe, desengrasante
	Chumaceras de pared	Lubricar	1S	40min	1	Caja de herramientas, guaípe, desengrasante
	Ejes	Inspeccionar, limpiar y verificar el desgaste	6M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Motorreductor	Cambiar el aceite	1A	2h	1	Caja de herramientas, guaípe, desengrasante
Motorreductor	Limpia y revisar el nivel de aceite	1A	2h	1	Caja de herramientas, guaípe, desengrasante	
Estructura	Reajustar las partes emperradas	1S	40min	1	Caja de herramientas	

Tabla 91 Continuación

Triturador	Borneras, Pulsadores, Contactor	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequear y ajustar los terminales y conexiones	6M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar y limpiar	1A	35min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Motor	Inspeccionar y limpiar	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Cuchillas	Inspeccionar el desgaste o cambiar	6M	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Cadena - piñón	Limpiar, inspeccionar y lubricar	6M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe, desengrasante
	Chumaceras de pared	Inspeccionar y limpiar	6M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe, desengrasante
	Chumaceras de pared	Lubricar	1S	40min	1	Caja de herramientas, guaípe, desengrasante
	Ejes	Limpiar, inspeccionar y verificar el desgaste	6M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Motorreductor	Cambiar el aceite	1A	2h	1	Caja de herramientas, guaípe, desengrasante
	Motorreductor	Limpieza y revisión del nivel de aceite	1A	2h	1	Caja de herramientas, guaípe, desengrasante
	Estructura	Reajuste de las partes empernadas	1S	40min	1	Caja de herramientas
Prensa de paso	Borneras, Pulsadores, Contactor	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequear y ajustar de terminales y conexiones	6M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar y limpiar	1A	35min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Motor	Inspeccionar y dar limpieza	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Prensa	Inspeccionar y controlar el desgaste	6M	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Cadena-piñón	Inspeccionar y limpiar	6M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe y desengrasante
	Chumaceras de pared	Inspeccionar y dar limpieza	6M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Chumaceras de pared	Lubricar	1S	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Ejes	Limpiar, inspeccionar y verificar el desgaste	6M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Motorreductor	Cambiar el aceite	1A	2h	1	Caja de herramientas, guaípe y desengrasante
	Motorreductor	Limpiar, inspeccionar y verificar el nivel de aceite	1A	2h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Estructura	Reajuste de las partes empernadas	1S	40min	1	Caja de herramientas

Tabla 91 Continuación

Pulper de extracción	Borneras, Pulsadores, Contactor, Termistor	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequeo y ajuste de terminales y conexiones	6M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar y limpiar	1A	35min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Aletas de caucho	Verificar y ajustar	1D	20min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Aletas de caucho	Verificar el desgaste y cambiar	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Motor	Inspeccionar y limpiar	1S	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Eje	Inspeccionar	1S	5min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Poleas	Inspeccionar y limpiar	1S	5min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Rodamientos	Inspeccionar el estado o cambiar	1A	3h	1	Caja de herramientas, guaípe, engrasador
	Rodamientos	Lubricar	1S	5min	1	Caja de herramientas, guaípe, engrasador
	Bandas	Inspeccionar y limpiar	1S	5min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Empaques	Verificar el desgaste o rotura	1A	4h	2	Caja de herramientas, guaípe y desengrasante
	Tamiz (cedazo)	Verificar el estado, y ver que no tenga agujeros	1D	5min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Tolva	Verificar su correcta posición	1D	5min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Estructura	Reajuste de las partes empernadas	1S	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
Tapa	Verificar su correcta posición	1D	5min	1	Caja de herramientas, guaípe	
Termo break	Borneras, Pulsadores, Contactor, Termistor	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequeo y ajuste de terminales y conexiones	6M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar y limpiar	1A	35min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Motor	Inspeccionar y limpiar	1S	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Tornillo sin fin	Verificar desgaste y alineación	1S	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Bandas	Inspeccionar y limpiar	1S	5min	1	Caja de herramientas, guaípe

Tabla 91 Continuación

	Rodamientos	Inspeccionar el estado o cambiar	1A	3h	1	Caja de herramientas, guaípe, engrasador
	Rodamientos	Lubricar	1S	5min	1	Caja de herramientas, guaípe, engrasador
	Poleas	Inspeccionar y limpiar	1M	5min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Motorreductor	Cambiar el aceite	1A	2h	1	Caja de herramientas, guaípe y desengrasante
	Motorreductor	Limpiar y revisar el nivel de aceite	1A	2h	1	Caja de herramientas, guaípe y desengrasante
	Tuberías	Cambiar tuberías en mal estado	1A	3h	2	Caja de herramientas, guaípe
	Tuberías	Revisar el estado y verificar fugas	1S	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Manómetro	Comprobar funcionamiento	6M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Válvulas reguladoras	Inspeccionar y limpiar	6M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Válvula reductora de presión	Inspeccionar y limpiar	6M	50min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Válvulas check	Inspeccionar y limpiar	6M	50min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Empaques	Inspeccionar y cambiar	1A	4h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Trampas de vapor	Verificar su correcto funcionamiento	3M	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Estructura	Reajuste de las partes empernadas	1M	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
Olla pulmón agitador	Borneras, Pulsadores, Contactor	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequeo y ajuste de terminales y conexiones	6M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar y limpiar	1A	35min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Motor	Inspeccionar y limpiar	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Rodamientos	Lubricar	1S	5min	1	Caja de herramientas, guaípe, engrasador
	Eje agitador	Inspeccionar	1S	5min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Estructura	Reajustar las partes empernadas	1M	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Tuberías	Revisar los acoples	1S	1h	1	Caja de herramientas, guaípe

Tabla 91 Continuación

Bomba de jugo alimentador	Borneras, Pulsadores, Contactor	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequeo y ajuste de terminales y conexiones	6M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar y limpiar	1A	35min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Motor	Inspeccionar y limpiar	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Estator	Revisar estado	1A	20min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Bridas	Revisar estado, cambiar si es necesario	1A	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Rodamientos	Lubricar	1A	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Rodamientos	Revisar estado, cambiar si es necesario	1A	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Eje sólido impulsor	Verificar alineación y desgaste	1A	15min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Rotor	Verificar el estado o cambiar	1A	15min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Sellos y cauchos	Revisar estado, cambiar si es necesario	1A	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Sellos y cauchos	Verificar que no haya fugas	1S	5min	1	
	Estructura y carcasa	Reajuste de las partes empernadas	6M	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Estructura y carcasa	Controlar la corrosión	6M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
Pasteurizador de placas	Borneras, Pulsadores, Contactor	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequeo y ajuste de terminales y conexiones	6M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar y limpiar	1A	35min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Panel de control de temperatura	Calibrar	6M	2h	1	Caja de herramientas, empresa externa
	Panel de control de temperatura	Verificar su funcionamiento	1D	10min	1	Caja de herramientas
	Panel de control depresión	Verificar su funcionamiento	1D	20min	1	Caja de herramientas
	Llave de marcha general	Verificar su funcionamiento	1D	35min	1	Caja de herramientas
	Bomba centrífuga	Comprobar estado de empaques, rotor y sellos	6M	2h	1	Caja de herramientas

Tabla 91 Continuación

	Bomba centrífuga	Revisar irregularidades, vibraciones y ruidos	1M	10min	1	Caja de herramientas	
	Bomba centrífuga	Sustituir juntas si es necesario	1A	10min	1	Caja de herramientas	
	Tubería de retención	Inspeccionar y limpiar	6M	10min	1	Caja de herramientas	
	Manómetro	Revisar que muestre valores correctos o cambiar	3M	2h	1	Caja de herramientas	
	Intercambiador de calor	Inspeccionar posibles fugas	1D	2h	1	Caja de herramientas	
	Intercambiador de calor	Limpiar las placas	3M	4h	2	Caja de herramientas	
	Intercambiador de calor	Revisar temperaturas y flujos con las de diseño	6M	2min	1	Caja de herramientas	
	Termómetro	Revisar que muestre valores correctos o cambiar	3M	2h	1	Caja de herramientas	
	Filtro tipo "Y"	Inspeccionar estado	3M	30min	1	Caja de herramientas	
	Válvula solenoide	Verificar el estado	3M	30min	1	Caja de herramientas	
	By-pass	Verificar su correcto funcionamiento	1M	30min	1	Caja de herramientas	
	Válvula de esfera	Verificar el estado	3M	30min	1	Caja de herramientas	
	Válvulas reguladoras	Verificar su estado	3M	10min	1	Caja de herramientas	
	Válvulas divisoras	Desmontar, limpiar, controlar el desgaste	1S	30min	1	Caja de herramientas	
	Válvula check	Verificar su estado o cambiar	3M	30min	1	Caja de herramientas	
	Termocuplas PT-100	Calibrar	6M	2h	1	Caja de herramientas, empresa externa	
	Termocuplas PT-100	Verificar su funcionamiento	1M	10min	1	Caja de herramientas	
	Estructura	Retocar la pintura y reajustar partes	6M	1h	1	Caja de herramientas	
	Selladora automática	Tablero eléctrico y de control	Chequear y ajustar los terminales y conexiones	6M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
			Desmontar y limpiar	1A	35min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos			1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro	
Unidad de mantenimiento		Revisar el nivel de aceite, completar	1S	15min	1	Caja de herramientas, guaipe	
Cilindros neumáticos		Sustituir juntas si es necesario	1A	3h	1	Caja de herramientas, guaipe	

Tabla 91 Continuación

	Cilindros neumáticos	Verificar la presión del aire	1M	25min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Mangueras	Verificar estado y fugas	1S	15min	1	
	Empaques	Verificar estado y cambiar si es necesario	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Electroválvulas	Verificar su correcto funcionamiento	3M	45min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Boquillas de llenado	Limpiar y verificar fugas	1D	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Distribuidor de producto	Cambiar cauchos y sellos	1A	2h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Distribuidor de producto	Limpiar	1M	1h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Termocuplas	Verificar conexiones	1S	2min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Calentador de cartucho	Comprobar estado y funcionamiento	1S	10min	1	
	Rodillo para el plástico	Verificar que esté bien colocado	1D	2min	1	
	Banda	Verificar estado	6M	20min	1	
	Motor	Inspeccionar y limpiar	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Graseros	Lubricar y limpiar	1S	5min	1	Caja de herramientas, guaípe, engrasadora
	Mordazas	Calibrar	1M	2h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Mordazas	Limpiar resto de plástico	1D	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Cierra de corte	Cambiar	6M	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Cierra de corte	Limpiar resto de plástico	1D	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Ruedas de arrastre	Ajustar y calibrar de acuerdo al tamaño de funda	1D	5min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Estructura	Limpiar y ajustar	1S	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
Cámara de refrigeración	Tablero eléctrico y de control	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequear y ajustar los terminales y conexiones	3M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar y limpiar	1A	3h	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Evaporador	Quitar la acumulación de hielo	1M	1h	1	Caja de herramientas, traje térmico
	Evaporador	Inspeccionar y dar limpieza	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Compresor	Verificar nivel de aceite, cargar si es necesario	3M	1h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Compresor	Inspeccionar y limpiar	1M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe

Tabla 91 Continuación

	Condensador	Inspeccionar y limpiar	1M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Válvula de expansión	Inspeccionar, limpiar y buscar fugas	1M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Ventiladores	Inspeccionar y limpiar	1M	15min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Válvula de paso	Inspeccionar, limpiar y buscar fugas	1M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Filtro de aceite	Comprobar su correcto funcionamiento	6M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Termostato	Comprobar o ajustar la temperatura del sistema	1M	20min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Presostato	Comprobar o ajustar la presión del sistema	1M	20min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Termómetro	Tomar datos de las temperaturas interna	1D	10min	1	
	Termómetro	Comprobar estado y funcionamiento	1S	10min	1	
	Manómetros	Comprobar estado y funcionamiento	1S	10min	1	
	Puertas	Revisar el estado del aislamiento y juntas, hermeticidad de puertas, verificar que cierre bien y no haya fugas	1S	15min	1	Caja de herramientas, traje térmico
Puertas	Comprobar el funcionamiento de las resistencias	1M	40min	1	Caja de herramientas, traje térmico	
Caldero	Tablero eléctrico	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequear y ajustar los terminales y conexiones	3M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar, limpiar y cambiar componentes malos	6M	3h	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Manómetros	Comprobar su correcto funcionamiento	1S	10min	1	
	Filtros	Inspeccionar, limpiar, reparar o cambiar	3M	2h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Filtros	Comprobar su correcto funcionamiento	1M	1h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Tuberías y accesorios	Inspeccionar, reparar o reemplazar	1A	3h	2	Caja de herramientas, guaípe
	Tuberías y accesorios	Verificar fugas y ajustar pernos	1M	1h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Tuberías y accesorios	Inspeccionar, limpiar, controlar corrosión y pintar	3M	2h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Válvula de seguridad	Inspeccionar, limpiar y verificar que trabaje	3M	1h	1	Caja de herramientas, guaípe
Válvula de purga	Verificar su funcionamiento y purgar	1D	15min	1		

Tabla 91 Continuación

	Válvula reductora de presión	Inspeccionar, limpiar y verificar que trabaje	3M	1h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Bomba de combustible	Comprobar estado de empaques, rotor y sellos	6M	2h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Bomba de combustible	Revisar irregularidades, vibraciones y ruidos	1M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe, vibrometro
	Parte interna de la caldera	Limpiar	1A	6h	2	Caja de herramientas, guaípe
	Parte interna de la caldera	Verificar el estado del refractario	1A	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Parte interna de la caldera	Inspeccionar o cambiar empaquetaduras de puertas	1A	1h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Bomba centrífuga	Comprobar estado de empaques, rotor y sellos	6M	2h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Bomba centrífuga	Revisar irregularidades, vibraciones y ruidos	1M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe, vibrometro
	Dispositivo de llama	Revisar estado del electrodo	3M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Quemador	Verificar que cumpla con el ciclo de encendido	1D	3min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Cuerpo del caldero	Controlar corrosión y pintar	1A	3h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Base	Controlar corrosión y pintar	1A	2h	1	
	Presostato	Comprobar estado y funcionamiento	1S	10min	1	
	Termostato	Comprobar estado y funcionamiento	1S	10min	1	
	Indicadores de nivel	Comprobar funcionamiento	1S	10min	1	
	Ablandador	Comprobar funcionamiento de la bomba	1S	5min	1	
	Ablandador	Controlar el nivel y recargar químicos	1S	5min	1	
Chiller	Tablero eléctrico	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequear y ajustar los terminales y conexiones	3M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar y ajustar terminales y conexiones	1A	3h	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Evaporador	Inspeccionar y limpiar	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe

Tabla 91 Continuación

	Compresor	Verificar el nivel de aceite o cargar	3M	1h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Compresor	Inspeccionar y limpiar	1M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Condensador	Inspeccionar y limpiar	1M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Válvula de expansión	Inspeccionar, limpiar y buscar fugas	1M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Ventiladores	Inspeccionar y limpiar	1M	15min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Válvula de paso	Inspeccionar, limpiar y buscar fugas	1M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Filtro de aceite	Comprobar el funcionamiento	6M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Termostato	Comprobar o ajustar la temperatura del sistema	1M	20min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Presostato	Comprobar o ajustar la presión del sistema	1M	20min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Termómetro	Tomar datos de la temperatura interna	1D	10min	1	
	Termómetro	Comprobar estado y funcionamiento	1S	10min	1	
	Manómetros	Comprobar estado y funcionamiento	1S	10min	1	
	Tanque de almacenamiento	Vaciar y limpiar	6M	1h	1	Caja de herramientas, guaípe
	Tanque de almacenamiento	Comprobar el nivel de agua	1S	15min	1	Caja de herramientas, guaípe
Compresor de aire	Tablero eléctrico	Inspeccionar su correcto funcionamiento, chequear voltaje, amperaje y ruidos	1M	15min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Chequear y ajustar los terminales y conexiones	3M	20min	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
		Desmontar y ajustar terminales y conexiones	1A	3h	1	Caja de herramientas, limpia contactos, multímetro
	Manómetro	Verificar estado, limpiar o cambiar	3M	25min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Manómetro	Verificar la presión del aire	1S	15min	1	
	Filtro de aceite	Cambiar	1A	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Filtro de aceite	Inspeccionar y limpiar	3M	20min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Filtro de aire	Cambiar	1A	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Filtro de aire	Inspeccionar y limpiar	3M	20min	1	Caja de herramientas, guaípe
	Mangueras	Verificar fugas	1M	10min	1	
	Válvulas	Comprobar su correcto funcionamiento	1M	15min	1	

Tabla 91 Continuación

Válvula de purga	Inspeccionar y purgar	1D	10min	1	Caja de herramientas, guaípe
Sistema de lubricación	Cambiar cartucho del filtro de aceite	1A	35min	1	Caja de herramientas, guaípe
Sistema de lubricación	Controlar juntas	1A	25min	1	Caja de herramientas, guaípe
Sistema de lubricación	Limpiar y cambiar aceite	1A	2h	1	Caja de herramientas, guaípe
Motor	Inspeccionar y limpiar	3M	30min	1	Caja de herramientas, guaípe
Rodamientos	Revisar, limpiar, lubricar o reemplazar	1A	3h	1	Caja de herramientas, guaípe
Bandas	Inspeccionar o tensionar si es necesario	3M	40min	1	Caja de herramientas, guaípe
Bandas	Cambiar	1A	1h	1	Caja de herramientas, guaípe
Tanque de almacenamiento	Controlar corrosión y pintar	1A	1h	1	Caja de herramientas, guaípe

Nota: Todas las actividades de la gama de mantenimiento se las debe realizar con las máquinas totalmente apagadas.

3.2.5.8 Efectividad global del equipo

Para el cálculo del EGE se eligió a la selladora como máquina de la prueba piloto, para en un futuro dependiendo de los resultados arrojados se pueda implementar al resto de equipos. Para llevar a cabo el cálculo se debe conocer los antecedentes del equipo que son los siguientes:

a) *Antecedentes generales de las máquinas*

En la primera recopilación, se deben muestrear los siguientes datos:

Capacidad nominal

La máquina puede realizar dos presentaciones de pulpa una de 1 kg y la otra de ½ kg, para lo cual su capacidad de producción es de 7 y 20 pulpas por minuto respectivamente. Por lo cual para facilitar el cálculo del EGE se establece el (Tc) o más conocido como tiempo de ciclo, que no es más que el tiempo necesario para producir una unidad, quedando este ciclo de la siguiente manera:

Tabla 93 Capacidad nominal de la selladora

Presentación	Capacidad	Tiempo ciclo (Tc)
Pulpa de 1Kg	7 por minuto	9seg
Pulpa de ½ kg	20 por minuto	3seg

Principales causas de las paradas

- *Ajuste de la máquina.* Se presenta muy frecuentemente debido al uso progresivo del equipo.
- *Mal sellado.* Se da debido a que las mordazas están sucias, demasiado o poca temperatura y que el plástico está mal alineando.
- *Averías.* Se presenta cuando algún componente de la máquina falla generando retrasos largos en la producción.
- *Cambio de rollo.* Esta es una parada obligatoria que se debe hacer para continuar con la producción

b) Elaboración de un formato para la toma de datos

Este formato permite capturar información a nivel de operación del equipo, es decir, la información es completada por el operador en conjunto con la persona encargada de producción, la misma que se utiliza para monitorear su desempeño. En el formato, se debe indicar la hora de inicio y de fin de turno, tipo de parada ya sea (PP) parada programada o (PNP) paradas no programadas con sus respectivas duraciones, como también deben colocar la cantidad de pulpas buenas producidas, las pulpas con fallas o rechazos y por último se debe colocar la presentación de las mismas.

Tabla 94 Formato para la recolección de datos

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.			
		TOMA DE DATOS (EGE)			
MÁQUINA		CÓDIGO		FECHA:	
T1	Tipo	Descripción		Duración	Total Pulpas OK
Inicio producción:					Pulpas NOK
Fin producción:					Referencia
T2	Tipo	Descripción		Duración	Total Pulpas OK
Inicio producción:					Pulpas NOK
Fin producción:					Referencia
Comentarios					

c) *Cálculo del EGE*

El cálculo se realizará en una tabla electrónica de Excel, en la que se simulará el cálculo del indicador. El desarrollo de la simulación en la hoja de cálculo es muy práctico y económico. La información que se debe ingresar está relacionada con las tres principales variables relacionadas con el proceso productivo: disponibilidad, rendimiento y calidad.

El siguiente es un ejemplo de la tabla donde se ingresan los tiempos de paro y los motivos de los mismos, tomados del formato de la toma de datos, para la máquina selladora de las pulpas.

Tabla 95 Tiempos y motivos de paro

Fecha	Turno	Referencia	Tiempo paro (min)	Motivo de la parada
05/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	10	Mal sellado
07/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	5	Ajuste de máquina
07/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	7	Cambio de rollo
07/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	6	Cambio de rollo
12/10/2020	Turno 1	Pulpa 1kg	7	Limpieza de mordazas y cuchilla
12/10/2020	Turno 1	Pulpa 1kg	8	Cambio de rollo
20/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	9	Ajuste de máquina
20/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	10	Mal sellado
20/10/2020	Turno 2	Pulpa 1kg	25	Avería
21/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	26	Mal sellado
26/10/2020	Turno 1	Pulpa 1kg	27	Ajuste de máquina
26/10/2020	Turno 1	Pulpa 1kg	28	Cambio de rollo
28/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	10	Ajuste de máquina
28/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	25	Ajuste de máquina
28/10/2020	Turno 2	Pulpa 1kg	21	Avería
28/10/2020	Turno 2	Pulpa 1kg	21	Avería
11/11/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	40	Mal sellado

En la hoja de cálculo, debe ingresar: fecha, turno, referencia, duración y motivo de paro, la sumatoria de estos tiempos por fecha y turno están programados para ser ingresados automáticamente a la tabla del cálculo del EGE. Luego en el formato presentado en la tabla 104 se debe colocar los datos presentados en la tabla anterior, como los faltantes como operario, OF, hora de inicio y fin de turno, piezas OK y piezas NOK. Los cálculos de la disponibilidad, rendimiento y calidad, el formato lo hace automáticamente basándose en las ecuaciones Ec. 2, Ec. 5 y Ec. 6 respectivamente.

Tabla 96 Datos para el cálculo del EGE

Fecha	Turno	Operario	Máquina	Referencia	OF	Hora inicio	Hora fin	Piezas OK	Piezas NOK	Tiempo descanso (min)	Tiempo de paro (min)	Tiempo planificado (min)	Tiempo disponible (min)	Tc Objetivo (s)	Piezas esperadas	T total Trabajando (s)	T total Trabajando buenas (s)
5/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1/2 kg	OF1	11:00	15:00	2476	65	0	10	240	230	3	4600	7623	7428
7/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1/2 kg	OF2	11:00	15:00	2500	50	0	18	240	222	3	4440	7650	7500
12/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1kg	OF3	9:00	15:00	1700	40	10	15	350	335	9	2233	15660	15300
20/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1/2 kg	OF4	9:30	11:40	1400	60	0	19	130	111	3	2220	4380	4200
20/10/2020	Turno 2	Operario 1	Selladora	Pulpa 1kg	OF5	12:40	16:20	1220	20	0	25	220	195	9	1300	11160	10980
21/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1/2 kg	OF6	11:00	16:00	2476	65	0	26	300	274	3	5480	7623	7428
26/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1kg	OF7	10:00	15:00	1100	35	10	55	290	235	9	1567	10215	9900
28/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1/2 kg	OF8	9:30	11:40	1445	60	0	35	130	95	3	1900	4515	4335
28/10/2020	Turno 2	Operario 1	Selladora	Pulpa 1kg	OF9	12:40	16:20	1220	20	0	42	220	178	9	1187	11160	10980
11/11/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1/2 kg	OF10	12:00	16:00	2476	65	0	40	240	200	3	4000	7623	7428

Tabla 97 Indicadores del EGE

Fecha	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	EGE
5-oct	95,83%	55,24%	97,44%	51,58%
7-oct	92,50%	57,43%	98,04%	52,08%
12-oct	95,71%	77,91%	97,70%	72,86%
20-oct	85,38%	65,77%	95,89%	53,85%
20-oct	88,64%	95,38%	98,39%	83,18%
21-oct	91,33%	46,37%	97,44%	41,27%
26-oct	81,03%	72,45%	96,92%	56,90%
28-oct	73,08%	79,21%	96,01%	55,58%
28-oct	80,91%	98,49%	98,39%	83,18%
11-nov	83,33%	63,53%	97,44%	51,58%

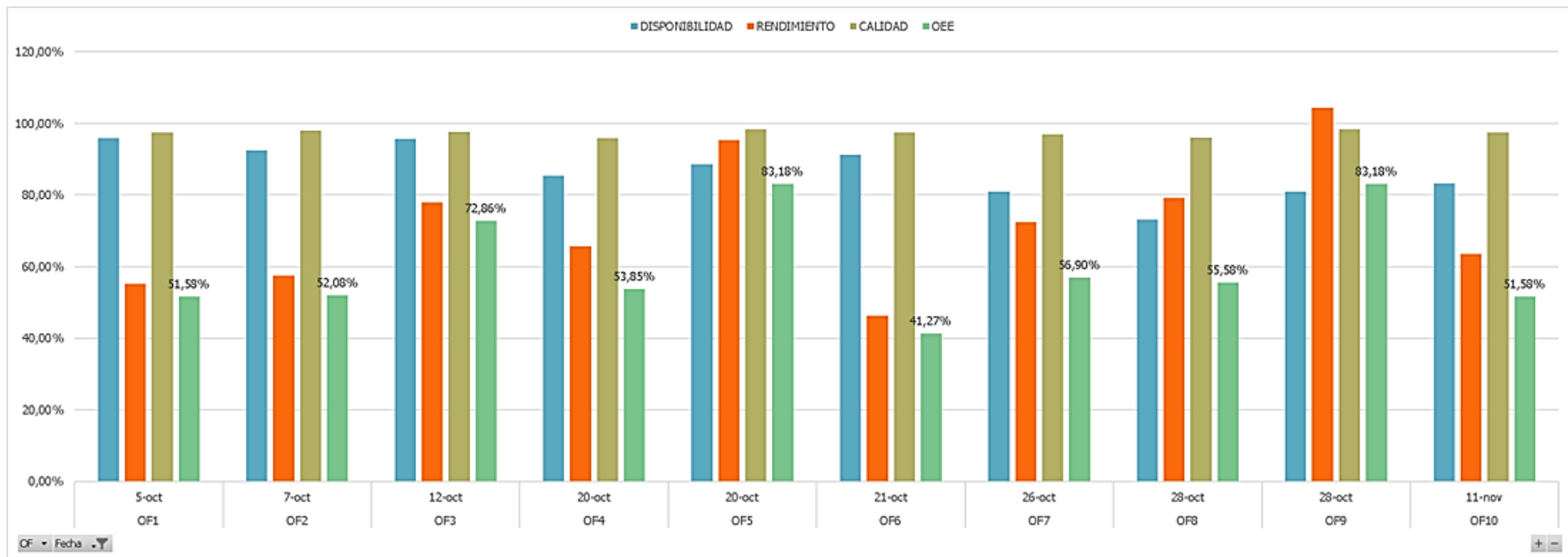


Fig. 19 Índice del EGE

Después de ingresar los datos en formato de la tabla 104, y de posteriormente a darle actualizar la tabla 105 nos arroja los valores de disponibilidad, rendimiento, calidad y del EGE por día.

Estos valores se los puede observar de mejor manera en la fig. 19, donde podemos observar la variación de los valores al pasar los días. El rendimiento es el valor que presenta cambios considerables en los distintos días, esto se debe a las paradas breves y frecuentes de cada turno y los cambios en la velocidad de la máquina debido a problemas operativos, lo que indica que ahí es donde se tiene problemas.

Tabla 98 Datos del EGE por presentación del producto

	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	EGE
Selladora	87.92%	70.37%	97.57%	60.37%
Pulpa 1/2 kg	88.44%	58.03%	97.22%	49.89%
Pulpa 1kg	87.31%	85.18%	97.85%	72.78%
Total, general	87.92%	70.37%	97.57%	60.37%

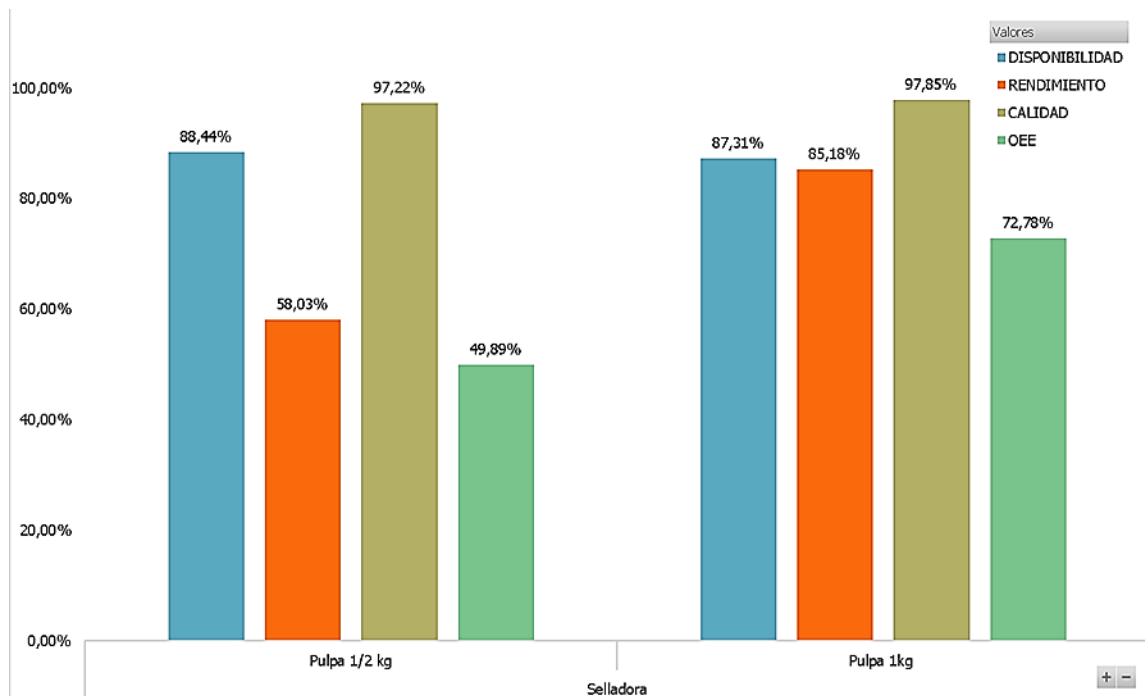


Fig. 20 EGE por presentación del producto

En el gráfico se puede apreciar que el valor del rendimiento es más bajo en la producción de la pulpa de ½ kg por ende tenemos un valor de EGE de 49,89% que está muy por debajo de lo permitido, produciendo considerables pérdidas económicas y baja competitividad, mientras que el valor del EGE en la producción de la pulpa de 1 kg es de 72,78%, lo cual da un calificativo regular y se debe mejorar para alcanzar una buena competitividad. Finalmente evaluando la producción de las dos presentaciones se tiene un EGE de 60,37 % presentando un calificativo inaceptable y se debe mejorar de inmediato para tener una buena competitividad y alcanzar valores “World Class”.

Tabla 99 Tiempos y motivos de paro

Etiquetas de fila	Total, de Tiempo de paro (min)	Total, de Tiempo de paro (%)
Ajuste de máquina	127	44.56%
Mal sellado	76	26.67%
Avería	67	23.51%
Limpieza de mordazas y cuchilla	15	5.26%
Total, general	285	100.00%

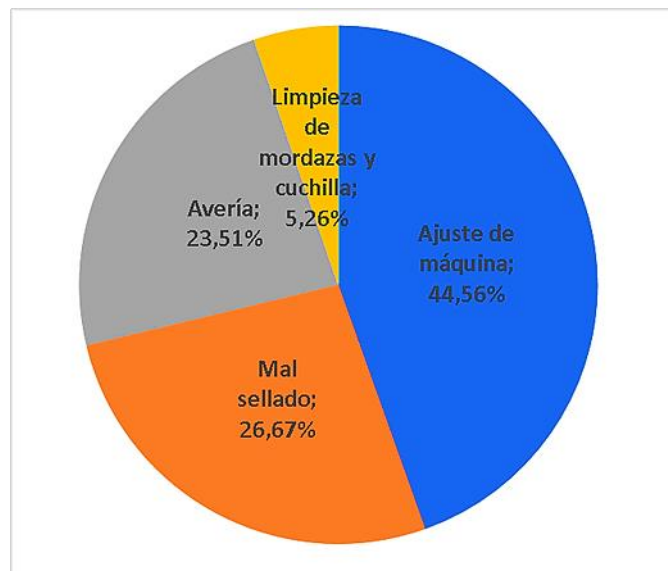


Fig. 21 Motivos de parada

La figura muestra el motivo por las cuales se dan las paradas en el empaclado de las pulpas. Se puede ver que el ajuste de la máquina se presenta con más frecuencia con un 44,56%, siguiéndole el mal sellado con un 26,67%, averías con un 23,51% y finalmente tenemos la limpieza de mordazas y cuchilla con un 5,26%.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Mediante el diagnóstico se conoció las máquinas existentes y el estado operativo de las mismas, el cual fue realizado mediante el desmontaje e inspección visual.
- La elaboración y descripción detallada de las fichas técnicas de las máquinas, permitió determinar las características que presenta cada una de ellas y los requerimientos para su correcto funcionamiento, teniendo así, los datos que ayuden a realizar el mantenimiento autónomo y planificado.
- A través del análisis AMFE y de criticidad, se conoce los componentes o elementos que son más vulnerables a sufrir fallas en el funcionamiento y uso diario. Además, permite conocer las posibles causas y consecuencias, consintiendo asignar tareas de prevención y predicción para evitar o corregir todos los errores en la medida de lo posible.
- Por medio del análisis de eficiencia global del equipo a la selladora, se puede concluir que muestra un índice del EGE de 60,37 % presentando un calificativo inaceptable, produciendo considerables pérdidas económicas y baja competitividad. Esto se presenta debido a su bajo rendimiento provocado por las paradas, en su mayoría a causa del mal sellado y ajuste de la máquina. El uso del plan de mantenimiento propuesto y el uso correcto de 5S permiten reducir estas paradas.
- Para determinar las medidas de mantenimiento, se consideró los manuales del fabricante y la experiencia del equipo que ejerce esta función, en conjunto con los operadores de la máquina. Una vez especificadas las tareas para un TPM adecuado, se plasmaron en las gamas y se diseñaron los formatos correspondientes.

- Finalmente se elaboró el plan de mantenimiento anual, basado en toda la información recopilada, para así buscar alargar la vida útil de las máquinas y aumentar su correcto funcionamiento.

4.2 Recomendaciones

- Para el éxito de la implementación del plan de mantenimiento en la empresa, se debe realizar con desempeño y satisfacción las tareas propuestas, ya que la existencia de fallas en las actividades de mantenimiento debilitará su eficiencia y afectará a otras áreas en la línea de producción.
- Para facilitar el posicionamiento de un equipo, máquina o componente, se recomienda codificar todo el contenido de la instalación y registrarlo en un inventario.
- Se recomienda que el personal este continuamente capacitado en el uso de tarjetas rojas, para los elementos innecesarios, tarjetas de auto mantenimiento y formatos propuestos.
- Se debe realizar las tareas de mantenimiento autónomo como; limpieza, lubricación, apriete e inspección en todos los componentes de los equipos de acuerdo al plan de mantenimiento planteado, y así reducir las fallas o las paradas imprevistas.
- Se recomienda aplicar la metodología del EGE en todos los equipos o procesos, para así poder conocer las causas o motivos por los cuales se presentan los paros imprevistos, y de esta manera poder cuantificar la productividad y la eficiencia del proceso productivo.
- Finalmente, se sugiere implementar un estudio energético de toda la planta, buscando mejorar su competitividad y productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- [1] K. Kimura, *Mantenimiento Preventivo Total*, Japón, 2019.
- [2] O. Leiton Moya, “Diseño de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general de equipos (OEE) para los equipos más críticos de la planta FAS,” Tesis, Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica, 2015.
- [3] J. A. Lozada Cepeda, “Desarrollo de un plan de mantenimiento basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para las máquinas del CIRT,” Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Amabato, 2017.
- [4] C. A. Tuarez, “Elaboración de un plan de mejora continua en una embotelladora y distribuidora de bebidas gaseosas de la ciudad de guayaquil por medio de la aplicación del TPM,” Tesis, ESPOL, Guayaquil, 2013.
- [5] K. Brenes Valverde, “Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en las técnicas de Mantenimiento Autónomo, Control Visual y Metodología Cinco Eses (5S) en la planta productiva de Grupo Espartaco,” Tesis, TEC, San José, 2016.
- [6] O. E. Jurado Godoy, “Diseño de un plan de mantenimiento productivo total para una máquina empacadora de cereales,” Tesis, USAC, 2007.
- [7] A. Pacheco, “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo para mejorar la eficiencia de la empresa SERVOSA CARGO S.A.,” Tesis, Universidad Católica Toribio, Lima, 2018.
- [8] L. A. Llontop Mendoza, “Propuesta de implementación de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la Agroindustria Pomalca S.A.A,” Tesis, USAT, Perú, 2018.
- [9] Infoplcn.net, “Mantenimiento Preventivo Vs Mantenimiento Predictivo,” Internet: https://www.infoplcn.net/blogs_automatizacion/item/103786-mantenimiento-preventivo-vs-predictivo, [Último acceso: 09 12 2020].
- [10] Terminología para mantenimiento, UNE-EN 13306, 2011.

- [11] M. B. Belloví and R. O. Ramos, “Análisis modal de fallos y efectos . AMFE Introducción,” NTP 679: España, 2004.
- [12] T. Suzuki, “Visión general del TPM,” *de TPM en Industrias de Proceso*, Madrid: TGP Hoshin, 1995, pp. 6-143.
- [13] C. Gómez Santos, “Pilares del TPM,” *de Mantenimiento productivo total. Una visión global*, España: SCL, 2016, pp 53-87.
- [14] L. R. Portella Hurtado, “Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la productividad en la sección de envoltura metálica de la empresa PANASONIC PERUANA S. A,” Tesis, Universidad César Vallejo, Lima, 2017.
- [15] J. Carvajal Brenes, *El mantenimiento productivo total (TPM) y las mejoras enfocadas*. Costa Rica, 2017.
- [16] B. S. López, “Eficiencia Global de los Equipos (EGE),” Internet: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/eficiencia-global-de-los-equipos-ooe/>, (Último acceso 10 12 2020).
- [17] J. Verganzo, “Camino a la excelencia en la fabricación,” *Sistemas EGE*, [Online]. Disponible: <https://www.sistemasooe.com/camino-excelencia-fabricacion/>, [Último acceso: 11 10 2020].
- [18] C. Bentancourt, “Desarrollo e Implementación de un Plan de mantenimiento para los equipos de la empresa PRODEHOGAR LTDA,” Tesis, Universidad de América, Bogotá, 2018.
- [19] C. Parra, *Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en gestión de activos*, Sevilla, 2015.
- [20] A. Crespo, "Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Equipos", *Introducción al Modelo Integral de Gestión del Mantenimiento, vol 1., pp. 5-17, 2019.*
- [21] J. Levitt, "Actividades del TPM," *de TPM Reloaded-Total Productive Maintenance*, primera ed., New York: Industrial Press, 2010, pp. 93-123.

- [22] S. Borris, "Etapas de un programa TPM," de *Total Productive Maintenance*, primera ed., Chicago: Mc Graw-Hill, 2006, pp. 103-146.
- [23] P.C.A., "Planhofa.com," Internet: <https://planhofa.com>. [Último acceso: 16 09 2020].
- [24] E. D. Villanueva, *Un enfoque analítico del mantenimiento industrial*, 1a ed. México D.F: CECSA, 2016.
- [25] F. De La Guardia, *Limpieza, Desinfección y los Siete Pasos para Saneamiento*, Miami, 2018.

ANEXOS


ANEXO A: Formato de tarjeta roja

	
N° _____	
TARJETA ROJA	
Fecha	_____
Área	_____
Descripción del elemento	_____
ACCIÓN SUGERIDA	
<input type="checkbox"/>	Agrupar en espacio separado
<input type="checkbox"/>	Eliminar
<input type="checkbox"/>	Reubicar
<input type="checkbox"/>	Reparar
<input type="checkbox"/>	Reciclar
<input type="checkbox"/>	Otros _____
Comentario:	_____
Fecha Final de Acción	_____


ANEXO B: Acciones para los elementos innecesarios



ANEXO C: Formato para la realización de trabajos externos

	PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.			Código:	
	CONTROL DE INGRESO A PLANTA PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO			Revisión:	
				Fecha Rev.	
Elaborado:		Fecha Elabo:		Revisado por:	
MANTENIMIENTO	PREVENTIVO	CORRECTIVO	FECHA		HORA DE INGRESO
UBICACIÓN DEL MANTENIMIENTO			SECCIÓN		
MAQUINA/SISTEMA					
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO A REALIZAR					
INVENTARIO DE HERRAMIENTAS A INGRESAR A PLANTA					
1				6	
2				7	
3				8	
4				9	
5				10	
INVENTARIO DE ITEM DE MANTENIMIENTO UTILIZADOS EN EL MANTENIMIENTO					
ITEM	CANTIDAD			UNIDAD	OBSERVACIONES
	INGRESA	EN USO	SALDO		
FIRMA RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO			FIRMA RESPONSABLE DE AREA		
FIRMA RESPONSABLE DE CONTROL DE CALIDAD					


ANEXO D: Formato de orden de trabajo

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. AREA DE MANTENIMIENTO ORDEN DE TRABAJO		
ORDEN N° _____		FECHA INICIO _____		
MÁQUINA O EQUIPO _____		FECHA FIN _____		
CÓDIGO _____		TIEMPO ESTIMADO _____		
SERIE _____		TIEMPO REAL _____		
HORÓMETRO _____		TIPO DE MITO _____		
PRIORIDAD EMERGENCIA <input type="checkbox"/> URGENTE <input type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/> PROGRAMADA <input type="checkbox"/>				
MOTIVO DE INTERVENCIÓN:				
DESCRIPCIÓN / DETALLES:				
COMENTARIO / RECOMENDACIONES:				
RECURSOS UTILIZADOS:				PRECIO
ÍTEM	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN/OBSERVACIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
AL TERMINO DEL SERVICIO EL EQUIPO QUEDA:				
OPERATIVO <input type="checkbox"/>				
INOPERATIVO <input type="checkbox"/>				
OPERATIVO CON OBSERVACIONES <input type="checkbox"/>				
		_____	_____	
		RESPONSABLE TRABAJO	RESPONSABLE DE ÁREA	

ANEXO E: Manuales existentes de las máquinas

		PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A. MANUALES Y DOCUMENTOS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS		
CODIGO	DENOMINACIÓN	MARCA	MODELO	OBSERVACION
I E.2	LÍNEA HORTALIZAS	IACUCCI ADAMO	N/D	
B 1	CENTRIFUGA	BERTUZZI	MA02073	
B 3	PESA PONTE 1 CAMPATA	N/D	N/D	
B.12	TRANSFORMADOR	IRPEM	PG 180/2	
B.3	BASCULA-PUENTE	MONTI	N/D	
C 20	BOMBAS	BERTUZZI	MONIX	
C 23	HOMOGENEIZADOR	BERTUZZI	DISPERSOR 1500	
C 24	EVAPORADOR	BERTUZZI	M450/L	
C 25	SEPARADORA	ALFA-LAVAL	BRPX309SGV-30	
E.2	LÍNEA HORTALIZAS	IACUCCI ADAMO	N/D	
PCP 10	CUBETTATRICE	BERTUZZI	CALIFORNIA	
PCP 11	TRITURADOR	BERTUZZI	TRI0552	
PCP 13	BOMBA CENTRÍFUGA	BERTUZZI	S18 - SHC20 - A80	
PCP 14	CEPILLADORA	BERTUZZI	10793773A	
PCP 15	TRANSPORTADOR	BERTUZZI	10793773A04	
PCP 16	RIEMPITRICE	BERTUZZI	A/1	
PCP 17	PASSATRICE	BERTUZZI	CREAMER	
PCP 18	PASSATRICE	BERTUZZI	SUPERCREAMER	
PCP 19	PASTEURIZADOR DE TUNNEL	BERTUZZI	TEK/ PPR 13	
PCP 02	EXTRACTOR SUPER HELICOIDAL	BERTUZZI	N/D	
PCP 20	DESAIRADOR	BERTUZZI	3/1500	
PCP 21	GRUPO DE PASTEURIZACIÓN	BERTUZZI	DSR 1,6	
PCP 22	PASTEURIZADOR	BERTUZZI	SPA.120	
PCP 23	LAVADORA DE ALTA PRESIÓN	BERTUZZI	BREAK 170	
PCP 24	GRUPPO GRA 2000	BERTUZZI	N/D	
PCP 25	THERMOBREAK	BERTUZZI	1500 STANDARD	
PCP 27	LLENADOR DE VACÍO	BERTUZZI	LV 2	
PCP 03	CAPSULADOR	BERTUZZI	TO 35 (GG35)	
PCP 06	LAVADORA D	BERTUZZI	INOXALL 3000	
PCP 07	CINTAS TRANSPORTADORAS	BERTUZZI	N/D	
PCP 08	MÁQUINA ETIQUETADORA	BERTUZZI	SIMPLEX 6000	
PCP 09	PRECALENTADOR	BERTUZZI	THERMOFLASH 1000/6	
	SELLADORA	ASTIMEC S.A	SELL002	
	SEPARADORA	ALFA-LAVAL	BRPX 309-30S	
	SEPARADORA	ALFA-LAVAL	BRPX 309	
	JET2 NEO	LEIBINGER	N/D	
	MANUAL DE SERVICIOS	NEO TEC	N/D	

ANEXO F: Auditoria de las 5S

	PLANTA HORTIFRUTICOLA AMBATO C.A.			Código:	
				Revisión:	1
	PROCESO DE AUDITORÍA DE LAS 5 S's			Fecha Rev.	20/11/2020
Elaborado:	John Quezada	Fecha Elabo:	11/10/2020	Revisado por:	Ing. Jorge López
ÁREA AUDITADA				AUDITOR	
CRITERIOS PARA REALIZAR LA AUDITORIA 1= Muy Malo, 2=Malo, 3=Intermedio, 4=Satisfactorio, 5=Muy Satisfactorio					
SEIRI-Clasificar			CALIF.	OBSERVACIONES	
¿Hay objetos, materiales, herramientas innecesarias en el entorno de trabajo?					
¿Existen materiales defectuosos en el entorno de trabajo?					
¿Las zonas de tránsito están bloqueadas?					
¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?					
¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?					
SEITON - Ordenar			CALIF.	OBSERVACIONES	
¿Existe un lugar determinado para todo elemento necesario en el entorno de trabajo?					
¿Los diferentes elementos se encuentran en su lugar en el entorno de trabajo?					
¿Se encuentran delimitadas las zonas en el entorno de trabajo?					
¿Hay materiales que se encuentren fuera del alcance de los usuarios en el entorno de trabajo?					
¿La materia prima utilizada está ordenada de tal forma que la que se necesite primero sea la primera que salga?					
SEISO-Limpieza			CALIF.	OBSERVACIONES	
¿Se encuentran identificados los diferentes elementos de limpieza necesarios en el entorno de trabajo?					
¿Se posee un mapa de limpieza en el entorno de trabajo?					
¿Se encuentra presente las autoridades de limpieza en el entorno de trabajo?					
¿Se encuentra la zona libre de suciedad?					

¿Las maquinas o equipos se encuentran limpios en el entorno de trabajo?		
SEIKETSU - Estandarización	CALIF.	OBSERVACIONES
¿El personal presente en el área auditada tiene el conocimiento de sus responsabilidades?		
¿Los procedimientos de orden y limpieza se realizan de forma respectiva en el entorno de trabajo?		
¿Se posee un estándar de uniformidad en la señalización en el entorno de trabajo?		
¿Los depósitos de desperdicios están correctamente señalizados, limpios y disponibles en el entorno de trabajo?		
SHITSUKE-Autodisciplina	CALIF.	OBSERVACIONES
¿El personal a recibido la debida capacitación sobre las 5 S's?		
¿Se aplican y mejoran constantemente las técnicas de orden y limpieza en el entorno de trabajo?		
¿Por parte de los operarios, personal de limpieza y de mantenimiento se respetan la señalización dispuesta en el entorno de trabajo?		
¿Los desperdicios se encuentran ubicados correctamente ubicados y ordenados?		
TOTAL		

ANEXO G: Hoja de Excel para el cálculo del EGE

- Ingreso de datos de la máquina como: Nombre de la máquina, número de turnos y la referencia de producto que produce con sus respectivos tiempos ciclos.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following structure:

Máquina		Referencias	
Nombre de Máquina		Selladora	TC(s)
Selladora		Pulpa 1/2 kg	3
		Pulpa 1kg	9

Turnos	
Nombre de turno	
Turno 1	
Turno 2	

Operarios	
Nombre de operario	
Operario 1	
Operario 2	

- Ingreso de datos de los motivos de parada como: Fecha, turno, (OF) producción, tiempo de paro y el motivo del mismo.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a data table and a summary table. The data table has columns for Fecha, Turno, Referenci, OF, Tiempo paro, and Motivo de la parada. The summary table shows the Suma de Tiempo paro for October and November, categorized by Ajuste de máquina, Avería, and Cambio de rollo.

Fecha	Turno	Referenci	OF	Tiempo paro	Motivo de la parada
5/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	OF1	10	Mal sellado
7/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	OF2	5	Ajuste de máquina
7/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	OF2	7	Cambio de rollo
7/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	OF2	6	Cambio de rollo
12/10/2020	Turno 1	Pulpa 1kg	OF3	7	Limpieza de mordazas y cuchilla
12/10/2020	Turno 1	Pulpa 1kg	OF3	8	Cambio de rollo
20/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	OF4	9	Ajuste de máquina
20/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	OF4	10	Mal sellado
20/10/2020	Turno 2	Pulpa 1kg	OF5	25	Avería
21/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	OF6	26	Mal sellado
26/10/2020	Turno 1	Pulpa 1kg	OF7	27	Ajuste de máquina
26/10/2020	Turno 1	Pulpa 1kg	OF7	28	Cambio de rollo
28/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	OF8	10	Ajuste de máquina
28/10/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	OF8	25	Ajuste de máquina
28/10/2020	Turno 2	Pulpa 1kg	OF9	21	Avería
28/10/2020	Turno 2	Pulpa 1kg	OF9	21	Avería
11/11/2020	Turno 1	Pulpa 1/2 kg	OF10	40	Mal sellado

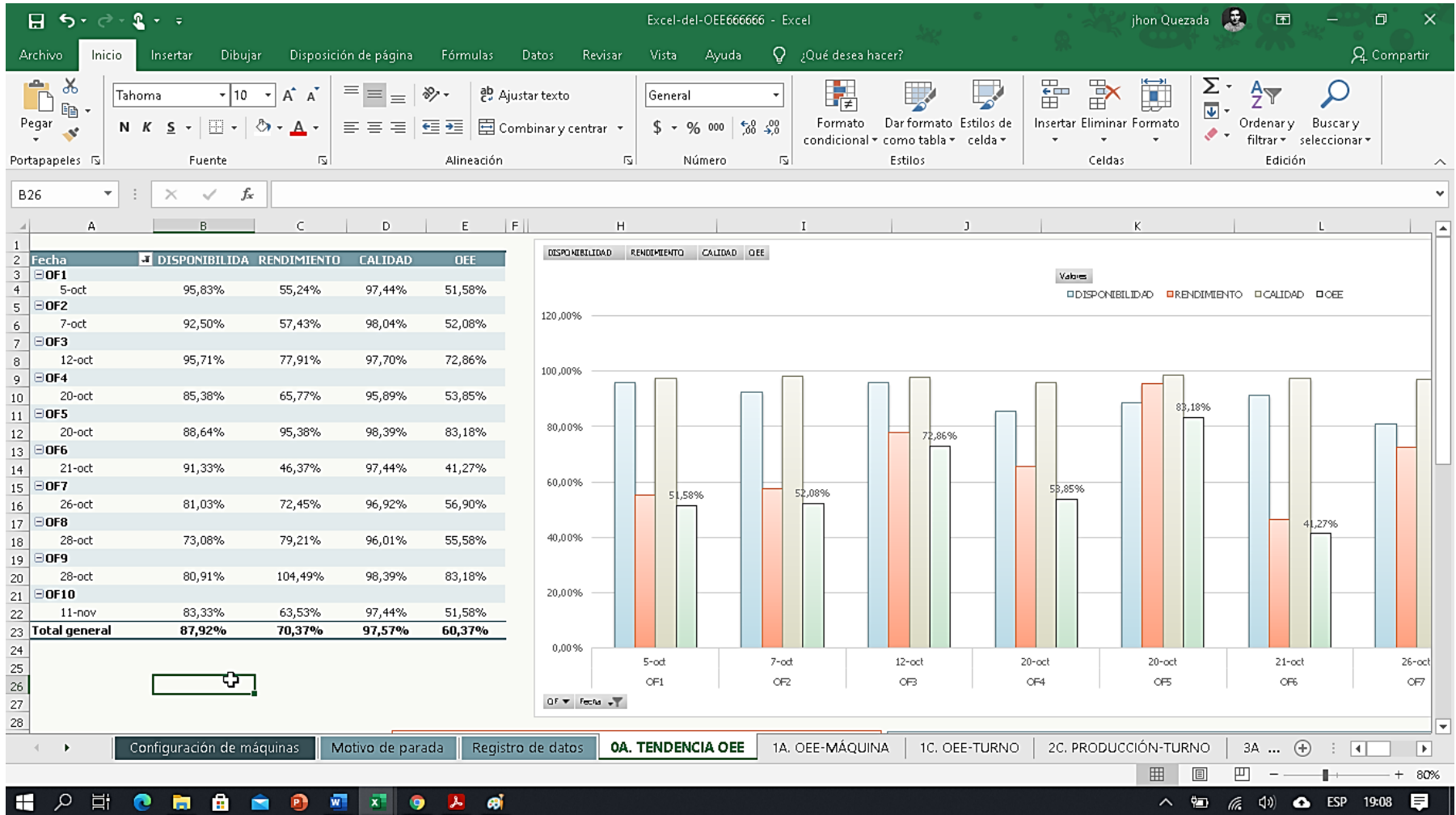
Suma de Tiempo paro	Etiquetas de columna	Ajuste de máquina	Avería	Cambio de rollo
oct		76	67	49
	Pulpa 1/2 kg	49		13
	Pulpa 1kg	27	67	36
nov		76	67	49
Total general		76	67	49

- Cálculos previos

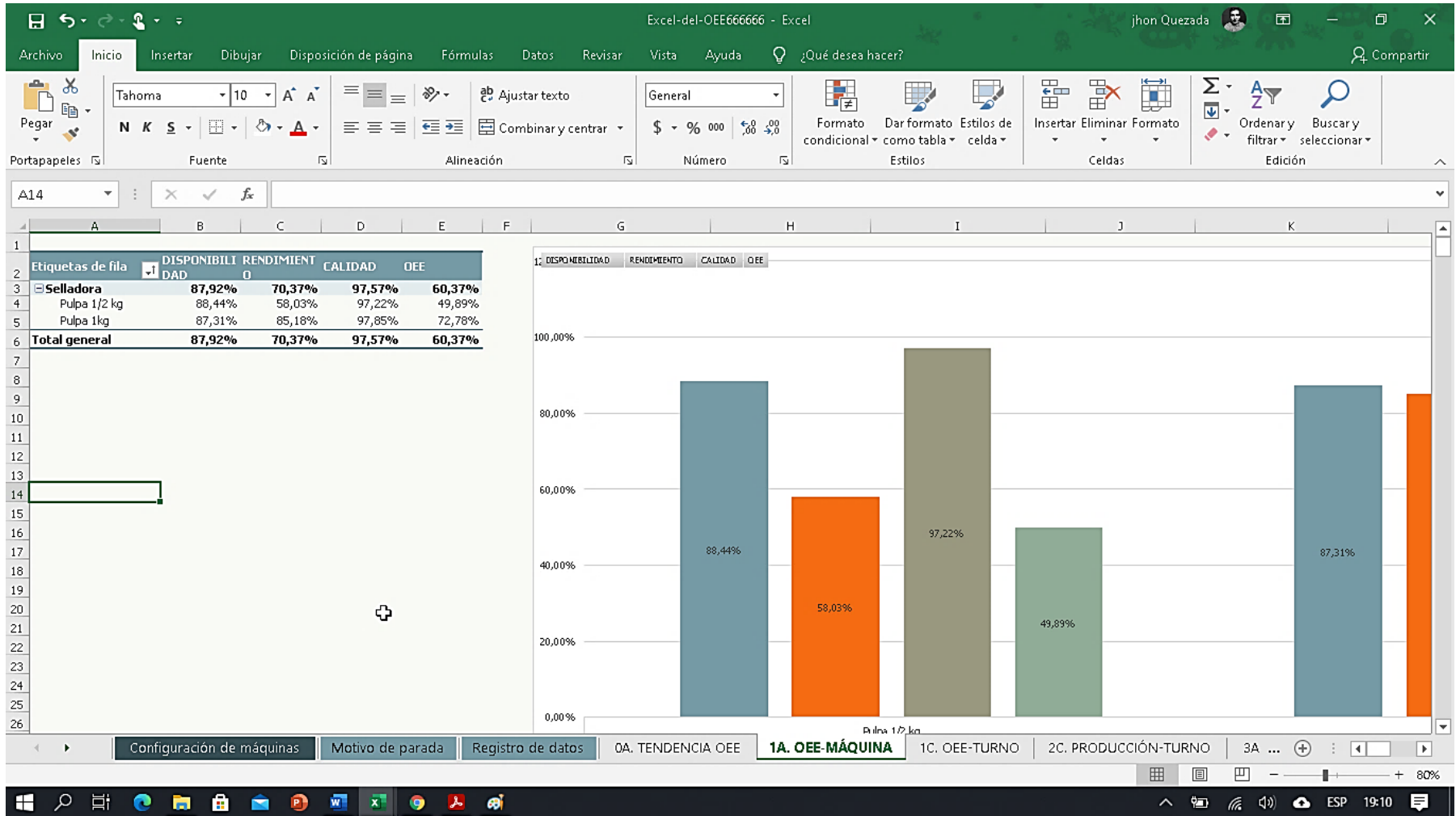
The screenshot displays the Microsoft Excel interface with a spreadsheet titled 'Registro de datos'. The ribbon includes 'Inicio', 'Insertar', 'Dibujar', 'Disposición de página', 'Fórmulas', 'Datos', 'Revisar', 'Vista', 'Ayuda', and '¿Qué desea hacer?'. The spreadsheet data is as follows:

Fecha	Turno	Operario	Máquina	Referencia	OF	Hora inicio OF	Hora fin OF	Piezas OK	Piezas NOK	Tiempo descanso (min)	Tiempo de paro (min)	Tiempo planificado (m)	Tiempo disponible (m)	Tc Objetivo	Piezas esperad	T total Trabajando	Trab o b
5/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1/2 kg	OF1	11:00	15:00	2476	65	0	10	240	230	3	4600	7623	7
7/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1/2 kg	OF2	11:00	15:00	2500	50	0	18	240	222	3	4440	7650	7
12/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1kg	OF3	9:00	15:00	1700	40	10	15	350	335	9	2233	15660	15
20/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1/2 kg	OF4	9:30	11:40	1400	60	0	19	130	111	3	2220	4380	4
20/10/2020	Turno 2	Operario 1	Selladora	Pulpa 1kg	OF5	12:40	16:20	1220	20	0	25	220	195	9	1300	11160	10
21/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1/2 kg	OF6	11:00	16:00	2476	65	0	26	300	274	3	5480	7623	7
26/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1kg	OF7	10:00	15:00	1100	35	10	55	290	235	9	1567	10215	9
28/10/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1/2 kg	OF8	9:30	11:40	1445	60	0	35	130	95	3	1900	4515	4
28/10/2020	Turno 2	Operario 1	Selladora	Pulpa 1kg	OF9	12:40	16:20	1220	20	0	42	220	178	9	1187	11160	10
11/11/2020	Turno 1	Operario 1	Selladora	Pulpa 1/2 kg	OF10	12:00	16:00	2476	65	0	40	240	200	3	4000	7623	7

- Cálculo de disponibilidad, rendimiento, calidad, EGE por fechas y la total general con su respectivo gráfico.

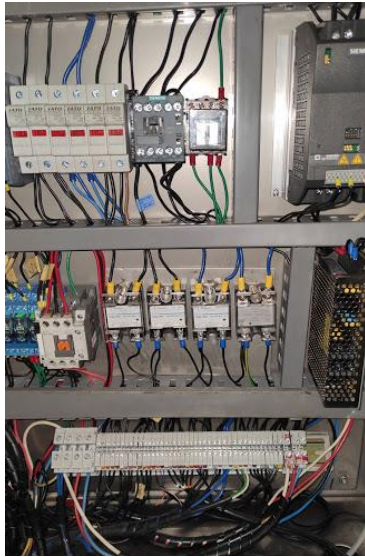


- Presentación de resultados de acuerdo a la presentación del producto.



ANEXO H: Desmontaje y codificación de máquinas





Codificación de equipos



ANEXO I: NTP 679

NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

Analyse des modes de défauts et effets. AMDE

Failure Mode and Effect Analysis. FMEA

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactores:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial

Rosa M^a Orriols Ramos
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Carles Mata París
Ingeniero Técnico

SEAT, S.A.

La presente NTP tiene por objeto exponer el método de análisis modal de fallos y efectos de elementos clave de procesos o productos. Esta herramienta es una de las tradicionales empleadas en el ámbito de la Calidad para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos, preferentemente en la fase de diseño. Se trata de un método cualitativo que por sus características, resulta de utilidad para la prevención integral de riesgos, incluidos los laborales.

1. INTRODUCCIÓN

El AMFE fue aplicado por vez primera por la industria aeronáutica en la década de los 60, e incluso recibió una especificación en la norma militar americana MIL-STD-16291 titulada "Procedimientos para la realización de análisis de modo de fallo, efectos y criticidad". En la década de los 70 lo empezó a utilizar Ford, extendiéndose más tarde al resto de fabricantes de automóviles. En la actualidad es un método básico de análisis en el sector del automóvil que se ha extrapolado satisfactoriamente a otros sectores. Este método también puede recogerse con la denominación de AMFEC (Análisis Modal de Fallos, Efectos y su Criticidad), al introducir de manera remarcable y más precisa la especial gravedad de las consecuencias de los fallos.

Aunque la técnica se aplica fundamentalmente para analizar un producto o proceso en su fase de diseño, este método es válido para cualquier tipo de proceso o situación, entendiendo que los procesos se encuentran en todos los ámbitos de la empresa, desde el diseño y montaje hasta la fabricación, comercialización y la propia organización en todas las áreas funcionales de la empresa. Evidentemente, este método a pesar de su enorme sencillez es usualmente aplicado a elementos o procesos clave en donde los fallos que pueden acontecer, por sus consecuencias puedan tener repercusiones importantes en los resultados esperados. El principal interés del AMFE es el de resaltar los puntos críticos con el fin de eliminarlos o establecer un sistema preventivo (medidas correctoras) para evitar su aparición o minimizar sus consecuencias, con lo que se puede convertir en un riguroso procedimiento de detección de efectos potenciales, si se aplica de manera sistemática.

La aplicación del AMFE por los grupos de trabajo implicados en las instalaciones o procesos productivos de los que son en parte conductores o en parte usuarios en sus diferentes aspectos, aporta un mayor conocimiento de los mismos y sobre todo de sus aspectos más débiles, con las consiguientes medidas preventivas a aplicar para su necesario control. Con ello se está facilitando la integración de la cultura preventiva en la empresa, descubriéndose que mediante el trabajo en equipo es posible profundizar de manera ágil en el conocimiento y mejoramiento de la calidad de productos y procesos reduciendo costes.

En la medida que el propósito del AMFE consiste en sistematizar el estudio de un proceso/producto, identificar los puntos de fallo potenciales, y elaborar planes de acción para combatir los riesgos, el procedimiento, como se verá, es asimilable a otros métodos simplificados empleados en prevención de riesgos laborales. Este método emplea criterios de clasificación que también son propios de la Seguridad en el Trabajo, como la posibilidad de acontecimiento de los fallos o hechos indeseados y la severidad o gravedad de sus consecuencias. Ahora bien, el AMFE introduce un factor de especial interés no utilizado normalmente en las evaluaciones simplificadas de riesgos de accidente, que es la capacidad de detección del fallo producido por el destinatario o usuario del equipo o proceso analizado, al que el método originario denomina cliente. Evidentemente tal cliente o usuario podrá ser un trabajador o equipo de personas que receptionan en un momento determinado un producto o parte del mismo en un proceso productivo, para intervenir en él, o bien en último término, el usuario final de tal producto cuando haya de utilizarlo en su lugar de aplicación. Es sabido que los fallos materiales suelen estar mayoritariamente asociados en su origen a la fase de diseño y cuanto más se tarde en detectarlos más costosa será su solución. De ahí la importancia de realizar el análisis de potenciales problemas en instalaciones, equipos y procesos desde el inicio de su concepción y pensando siempre en las diferentes fases de su funcionamiento previsto. A continuación se aportan una serie de definiciones sobre los conceptos asumidos por este método.

Este método no considera los errores humanos directamente, sino su correspondencia inmediata de mala operación en la situación de un componente o sistema. En definitiva, el AMFE es un método cualitativo que permite relacionar de manera sistemática una relación de fallos posibles, con sus consiguientes efectos, resultando de fácil aplicación para analizar cambios en el diseño o modificaciones en el proceso.

2. DEFINICIONES DE TÉRMINOS FUNDAMENTALES DEL AMFE

Como paso previo a la descripción del método y su aplicación es necesario sentar los términos y conceptos fundamentales, que a continuación se describen.

Cliente o usuario

Solemos asociar la palabra cliente al usuario final del producto fabricado o el destinatario-usuario del resultado del proceso o parte del mismo que ha sido analizado. Por lo tanto, en el AMFE, el cliente dependerá de la fase del proceso o del ciclo de vida del producto en el que apliquemos el método. La situación más crítica se produce cuando un fallo generado en un proceso productivo que repercute decisivamente en la calidad de un producto no es controlado a tiempo y llega en tales condiciones al último destinatario o cliente.

Si uno de los aspectos determinantes del método es asegurar la satisfacción de las necesidades de los usuarios, evitando los fallos que generan problemas e insatisfacciones, para conocerlas es necesario tener herramientas que nos permitan registrarlas. Para ello disponemos, entre otras, de dos herramientas: los cuestionarios de satisfacción de necesidades de clientes o usuarios y la doble matriz de información para comprobar como los resultados esperados de productos/procesos responden a las expectativas de sus usuarios.

El propósito del diseño, o sea lo que se espera se consiga o no del mismo, debe estar acorde con las necesidades y requisitos que pide el usuario; con lo que al realizar el AMFE y aplicarlo en la fase de diseño siempre hay que pensar en el cliente-usuario, ese "quien", es el que nos marca el objetivo final.

Es por eso que las funciones prioritarias al realizar el AMFE son las denominadas "funciones de servicio", este tipo de funciones nos permitirán conocer el susodicho grado de satisfacción del cliente tanto de uso del producto como de estimación (complacencia). Las "funciones de servicio" son necesidades directas de los sistemas analizados y no dependen solo de la tecnología, es por eso que para determinarlas hay que analizar, como se ha dicho, dos aspectos: las necesidades que se tienen que satisfacer y el impacto que tienen sobre el cliente dichas necesidades. Esto nos permitirá determinar y priorizar las funciones de servicio y a partir de ahí realizar el AMFE.

Producto

El producto puede ser una pieza, un conjunto de piezas, el producto final obtenido de un proceso o incluso el mismo proceso. Lo importante es poner el límite a lo que se pretende analizar y definir la función esencial a realizar, lo que se denomina identificación del elemento y determinar de que subconjuntos / subproductos está compuesto el producto

Por ejemplo: podemos analizar un vehículo motorizado en su conjunto o el sistema de carburación del mismo. Evidentemente, según el objetivo del AMFE, podrá ser suficiente revisar las funciones esenciales de un producto o profundizar en alguna de sus partes críticas para analizar en detalle sus modos de fallo.

Seguridad de funcionamiento

Hablamos de seguridad de funcionamiento como concepto integrador, ya que además de la fiabilidad de respuesta a sus funciones básicas se incluye la conservación, la disponibilidad y la seguridad ante posibles riesgos de daños tanto en condiciones normales en el régimen de funcionamiento como ocasionales. Al analizar tal seguridad de funcionamiento de un producto/proceso, a parte de los mismos, se habrán de detectar los diferentes modos o maneras de producirse los fallos previsible con su detectabilidad (facilidad de detección), su frecuencia y gravedad o severidad, y que a continuación se definen.

Detectabilidad

Este concepto es esencial en el AMFE, aunque como se ha dicho es novedoso en los sistemas simplificados de evaluación de riesgos de accidente.

Si durante el proceso se produce un fallo o cualquier "output" defectuoso, se trata de averiguar cuan probable es que no lo "detectemos", pasando a etapas posteriores, generando los consiguientes problemas y llegando en último término a afectar al cliente – usuario final.

Cuanto más difícil sea detectar el fallo existente y más se tarde en detectarlo más importantes pueden ser las consecuencias del mismo.

Frecuencia

Mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo, es lo que en términos de fiabilidad o de prevención llamamos la probabilidad de aparición del fallo.

Gravedad

Mide el daño normalmente esperado que provoca el fallo en cuestión, según la percepción del cliente - usuario. También cabe considerar el daño máximo esperado, el cual iría asociado también a su probabilidad de generación.

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Tal índice está basado en los mismos fundamentos que el método histórico de evaluación matemática de riesgos de FINE, William T., si bien el índice de prioridad del AMFE incorpora el factor detectabilidad. Por tanto, tal índice es el producto de la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad, siendo tales factores traducibles a un código numérico adimensional que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras. Por tanto debe ser calculado para todas las causas de fallo.

$$IPR = D.G.F$$

Es de suma importancia determinar de buen inicio cuales son los puntos críticos del producto/proceso a analizar. Para ello hay que recurrir a la observación directa que se realiza por el propio grupo de trabajo, y a la aplicación de técnicas generales de análisis desde el "brainstorming" a los diagramas causa-efecto de Isikawa, entre otros, que por su sencillez son de conveniente utilización. La aplicación de dichas técnicas y el grado de profundización en el análisis depende de la composición del propio grupo de trabajo y de su cualificación, del tipo de producto a analizar y como no, del tiempo hábil disponible.

3. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

A continuación se indican de manera ordenada y esquemática los pasos necesarios con los correspondientes informaciones a cumplimentar en la hoja de análisis para la aplicación del método AMFE de forma genérica. El esquema de presentación de la información que se muestra en esta NTP tiene un valor meramente orientativo, pudiendo adaptarse a las características e intereses de cada organización. No obstante, el orden de cumplimentación sigue el mismo en el que los datos deberán ser recabados. Al final se adjunta una sencilla aplicación práctica, a modo de ejemplo. En primer lugar habría que definir si el AMFE a realizar es de proyecto o de producto/proceso. Cuando el AMFE se aplica a un proceso de-

terminado, hay que seleccionar los elementos clave del mismo asociados al resultado esperado. Por ejemplo, supongamos que se trata de un proceso de intercambio térmico para enfriar un reactor químico, los elementos clave a aplicar entonces en el AMFE podrían ser el propio intercambiador y la bomba de suministro de fluido refrigerante. En todo caso, hablemos de producto o proceso, en el AMFE nos centraremos en el análisis de elementos materiales con unas características determinadas y con unos modos de fallo que se trata de conocer y valorar.

Denominación del componente e identificación

Debe identificarse el PRODUCTO o parte del PROCESO incluyendo todos los subconjuntos y los componentes que forman parte del producto/proceso que se vaya a analizar, bien sea desde el punto de vista de diseño del producto/proyecto o del proceso propiamente dicho. Es útil complementar tal identificación con códigos numéricos que eviten posibles confusiones al definir los componentes.

Parte del componente. Operación o función

Se completa con distinta información dependiendo de si se está realizando un AMFE de diseño o de proceso.

Para el AMFE de diseño se incluyen las partes del componente en que puede subdividirse y las funciones que realiza cada una de ellas, teniendo en cuenta las interconexiones existentes. Para el AMFE de proceso se describirán todas las operaciones que se realizan a lo largo del proceso o parte del proceso productivo considerado, incluyendo las operaciones de aprovisionamiento, de producción, de embalaje, de almacenado y de transporte.

Fallo o Modo de fallo

El "Modo de Fallo Potencial" se define como la forma en la que una pieza o conjunto pudiera fallar potencialmente a la hora de satisfacer el propósito de diseño/proceso, los requisitos de rendimiento y/o las expectativas del cliente.

Los modos de fallo potencial se deben describir en términos "físicos" o técnicos, no como síntoma detectable por el cliente. El error humano de acción u omisión en principio no es un modo de fallo del componente analizado. Es recomendable numerarlos correlativamente.

Un fallo puede no ser detectable inmediatamente, ello como se ha dicho es un aspecto importante a considerar y por tanto no debería nunca pasarse por alto.

Efecto/s del fallo

Normalmente es el síntoma detectado por el cliente/usuario del modo de fallo, es decir si ocurre el fallo potencial como lo percibe el cliente, pero también como repercute en el sistema. Se trata de describir las consecuencias no deseadas del fallo que se puede observar o detectar, y siempre deberían indicarse en términos de rendimiento o eficacia del producto/proceso. Es decir, hay que describir los síntomas tal como lo haría el propio usuario.

Cuando se analiza solo una parte se tendrá en cuenta la repercusión negativa en el conjunto del sistema, para así poder ofrecer una descripción más clara del efecto.

Si un modo de fallo potencial tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirán los más graves.

Causas del modo de fallo

La causa o causas potenciales del modo de fallo están en el origen del mismo y constituyen el indicio de una debilidad del diseño cuya consecuencia es el propio modo de fallo.

Es necesario relacionar con la mayor amplitud posible todas las causas de fallo concebibles que pueda asignarse a cada modo de fallo. Las causas deberán relacionarse de la forma más concisa y completa posible para que los esfuerzos de corrección puedan dirigirse adecuadamente. Normalmente un modo de fallo puede ser provocado por dos o más causas encadenadas.

Ejemplo de AMFE de diseño:

Supongamos que estamos analizando el tubo de escape de gases de un automóvil en su proceso de fabricación.

- Modo de fallo: Agrietado del tubo de escape
Efecto: Ruido no habitual
Causa: Vibración – Fatiga

Ejemplo AMFE de proceso:

Supongamos que estamos analizando la función de refrigeración de un reactor químico a través de un serpentín con aporte continuo de agua.

- Modo de fallo 1: Ausencia de agua.
Causas: fallo del suministro, fuga en conducción de suministro, fallo de la bomba de alimentación.
- Modo de fallo 2: Pérdida de capacidad refrigerante.
Causas: Obstrucciones calcáreas en el serpentín, perforación en el circuito de refrigeración.

Efecto en ambos modos de fallo: Incremento sustancial de temperatura. Descontrol de la reacción

Medidas de ensayo y control previstas

En muchos AMFE suele introducirse este apartado de análisis para reflejar las medidas de control y verificación existentes para asegurar la calidad de respuesta del componente/producto/proceso. La fiabilidad de tales medidas de ensayo y control condicionará a su vez a la frecuencia de aparición de los modos de fallo. Las medidas de control deberían corresponderse para cada una de las causas de los modos de fallo.

Gravedad

Determina la importancia o severidad del efecto del modo de fallo potencial para el cliente (no teniendo que ser este el usuario final); valora el nivel de consecuencias, con lo que el valor del índice aumenta en función de la insatisfacción del cliente, la degradación de las prestaciones esperadas y el coste de reparación.

Este índice sólo es posible mejorarlo mediante acciones en el diseño, y no deberían afectar los controles derivados de la propia aplicación del AMFE o de revisiones periódicas de calidad.

El cuadro de clasificación de tal índice debería diseñarlo cada empresa en función del producto, servicio, proceso en concreto. Generalmente el rango es con números enteros, en la tabla adjunta la puntuación va del 1 al 10, aunque a veces se usan rangos menores (de 1 a 5), desde una pequeña insatisfacción, pasando por una degradación funcional en el uso, hasta el caso más grave de no adaptación al uso, problemas de seguridad o infracción reglamentaria importante. Una clasificación tipo podría ser la representada en la tabla 1

TABLA 1. Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, la gravedad valora las consecuencias de la materialización del riesgo, entendiéndolas como el accidente o daño más probable/habitual. Ahora bien, en el AMFE se enriquece este concepto introduciendo junto a la importancia del daño del tipo que sea en el sistema, la percepción que el usuario-cliente tiene del mismo. Es decir, el nivel de gravedad del AMFE nos está dando también el grado de importancia del fallo desde el punto de vista de sus peores consecuencias, tanto materiales como personales u organizacionales.

Siempre que la gravedad esté en los niveles de rango de gravedad superior a 4 y la detectabilidad sea superior a 4, debe considerarse el fallo y las características que le corresponden como importantes. Aunque el IPR resultante sea menor al especificado como límite, conviene actuar sobre estos modos de fallo. De ahí que cuando al AMFE se incorpora tal atención especial a los aspectos críticos, el método se conozca como AMFEC, correspondiendo la última letra a tal aspecto cuantificable de la criticidad

Estas características de criticidad se podrían identificar con algún símbolo característico (por ej. Un triángulo de diferentes colores) en la hoja de registro del AMFE, en el plan de control y en el plano si corresponde.

Frecuencia

Es la Probabilidad de que una causa potencial de fallo (causa específica) se produzca y dé lugar al modo de fallo.

Se trata de una evaluación subjetiva, con lo que se recomienda, si se dispone de información, utilizar datos históricos o estadísticos. Si en la empresa existe un Control Estadístico de Procesos es de gran ayuda para poder objetivar el valor. No obstante, la experiencia es esencial. La frecuencia de los modos de fallo de un producto final con funciones clave de seguridad, adquirido a un proveedor, debería ser suministrada al usuario, como punto de partida, por dicho proveedor. Una posible clasificación se muestra en la tabla 2.

La única forma de reducir el índice de frecuencia es:

- Cambiar el diseño, para reducir la probabilidad de que el fallo pueda producirse.
- Incrementar o mejorar los sistemas de prevención y/o control que impiden que se produzca la causa de fallo.

Controles actuales

En este apartado se deben reflejar todos los controles existentes actualmente para prevenir las causas del fallo y detectar el efecto resultante.

Detectabilidad

Tal como se definió anteriormente este índice indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, sea detectado con antelación suficiente para evitar daños, a través de los "controles actuales" existentes a tal fin. Es decir, la capacidad de de-

TABLA 2. Clasificación de la frecuencia/ probabilidad de ocurrencia del modo de fallo

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

TABLA 3. Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

tecar el fallo antes de que llegue al cliente final. Inversamente a los otros índices, cuanto menor sea la capacidad de detección mayor será el índice de detectabilidad y mayor el consiguiente Índice de Riesgo, determinante para priorizar la intervención. Ver la tabla 3.

Se hace necesario aquí puntualizar que la detección no significa control, pues puede haber controles muy eficaces pero si finalmente la pieza defectuosa llega al cliente, ya sea por un error, etc., la detección tendrá un valor alto. Aunque está claro que para reducir este índice sólo se tienen dos opciones:

- Aumentar los controles. Esto supone aumentar el coste con lo que es una regla no prioritaria en los métodos de Calidad ni de Prevención.
- Cambiar el diseño para facilitar la detección.

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Es el producto de los tres factores que lo determinan. Dado que tal índice va asociado a la prioridad de intervención, suele llamarse Índice de Prioridad del Riesgo. Debe ser calculado para todas las causas de fallo. No se establece un criterio de clasificación de tal índice. No obstante un IPR inferior a 100 no requeriría intervención salvo que la mejora fuera fácil de introducir y contribuiría a mejorar aspectos de calidad del producto, proceso o trabajo. El ordenamiento numérico de las causas de modos de fallo por tal índice ofrece una primera aproximación de su importancia, pero es la reflexión detenida ante los factores que las determinan, lo que ha de facilitar la toma de decisiones para la acción preventiva. Como todo método cualitativo su principal aportación es precisamente el facilitar tal reflexión.

Acción correctora

Se describirá en este apartado la acción correctora propuesta. Generalmente el tipo de acción correctora que elegiremos seguirá los siguientes criterios, de ser posible:

- Cambio en el diseño del producto, servicio o proceso general.
- Cambio en el proceso de fabricación.
- Incremento del control o la inspección.

Siempre hay que mirar por la eficiencia del proceso y la minimización de costes de todo tipo, generalmente es más económico reducir la probabilidad de ocurrencia de fallo que dedicar recursos a la detección de fallos. No obstante, la gravedad de las consecuencias del modo de

fallo debería ser el factor determinante del índice de prioridad del riesgo. O sea, si se llegara al caso de dos situaciones que tuvieran el mismo índice, la gravedad sería el factor diferencial que marcaría la prioridad.

Responsable y plazo

Como en cualquier planificación de acciones correctoras se deberá indicar quien es el responsable de cada acción y las fechas previstas de implantación.

Acciones implantadas

Este apartado es opcional, no siempre lo contienen los métodos AMFE, pero puede ser de gran utilidad recogerlo para facilitar el seguimiento y control de las soluciones adoptadas. Se deben reflejar las acciones realmente im-

TABLA 4. Proceso de actuación para la realización de un AMFE de proceso

1. Disponer de un esquema gráfico del proceso productivo (lay-out).
2. Seleccionar procesos/operaciones clave para el logro de los resultados esperados.
3. Crear grupo de trabajo conocedor del proceso en sus diferentes aspectos. Los miembros del grupo deberían haber recibido previamente conocimientos de aplicación de técnicas básicas de análisis de fallos y del AMFE.
4. Recabar información sobre las premisas generales del proceso, funciones de servicio requeridas, exigencias de seguridad y salud en el trabajo y datos históricos sobre incidentes y anomalías generadas.
5. Disponer de información sobre prestaciones y fiabilidad de elementos clave del proceso.
6. Planificar la realización del AMFE, conducido por persona conocedora de la metodología.
7. Aplicar técnicas básicas de análisis de fallos. Es esencial el diagrama causa- efecto o diagrama de la espina de Isikawa.
8. Complimentar el formulario del AMFE, asegurando la fiabilidad de datos y respuestas por consenso.
9. Reflexionar sobre los resultados obtenidos y emitir conclusiones sobre las intervenciones de mejora requeridas.
10. Planificar las correspondientes acciones de mejora.

TABLA 5. Ejemplo de formulario de AMFE cumplimentado parcialmente para el análisis de operaciones de soldadura y marcado del proceso de prensas y chapistería

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)															
AMFE DE PROYECTO <input type="checkbox"/>		AMFE DE PROCESO <input type="checkbox"/>		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE / PARTE DEL PROCESO				CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE				Hoja:			
NOMBRE Y DPTO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDOR:				COORDINADOR: (Nombre / Dpto.)				MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN				FECHA INICIO: FECHA REVISIÓN:			
OPERACIÓN O FUNCIÓN	FALLO Nº	FALLOS POTENCIALES			CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTAS	ESTADO ACTUAL			ACCIÓN CORRECTORA	RESPONSABLE / PLAZO	SITUACIÓN DE MEJORA			
		MODOS DE FALLO	EFFECTOS	EFFECTOS			F	G	D			IPR	F	G	D
Soldadura MIG	1.1	Falta soldadura	Retrabajos, ruidos, falta de rigidez		Defectos de acoplamiento	Ninguna	8	8	2	128	Previstos grupos y aprietes en zona MIG	Proceso Chapa / Anteproyecto			
	1.2				Pestañas fuera de geometría	Ninguna	8	8	2	128	Pestañas bien diseñadas para garantizar geometría	Proyectos / Anteproyecto			
	1.3	Soldadura defectuosa	Agujeros en chapa		Desacoplamiento chapas	Ninguna	8	8	2	128	Garantizar geometrías y acoplamientos	Proceso Chapa / Anteproyecto			
	1.4	Mala calidad de soldadura	Retrabajos, ruidos, grietas		Parámetros de soldadura incorrectos	Ninguna	2	9	8	144	Acceso restringido a los parámetros de máquina. Control periódico de los mismos.	Proceso Chapa / Anteproyecto			
	1.5	Proyecciones suciedad poros	Óxido, suciedad en bajos en pinturas		Falta de gas. Malos parámetros	Ninguna	6	8	7	336	Incorporar medios en la estación para eliminar suciedad.	Proceso Chapa / Anteproyecto			
	1.6	Deslumbramiento	Problemas de visión de los operarios		Ausencia de vallas oscuras	Ninguna	10	8	2	160	Colocar pantallas de protección en zonas de soldadura MIG	Proceso Chapa / Anteproyecto			
	1.7				Ausencia de puertas oscuras	Ninguna	10	8	2	160	Colocar puertas de protección para no deslumbrar	Proceso Chapa / Anteproyecto			
	1.8	Exceso de humos	Exposición a agentes químicos		Campanas de humos ubicadas muy alejadas de la zona de emanación del humo.	Ninguna	6	8	4	192	Colocar campanas de aspiración justo al lado de la fuente del humo.	Proceso Chapa / Anteproyecto			
	1.9	Exceso de fuego	Proyecciones		No hay protección	Ninguna	6	5	6	180	Caja de latón que protege chapa y la máquina, todo ello en sus partes vistas.	Proceso Chapa / Anteproyecto			

plantadas que a veces puede ser que no coincidan exactamente con las propuestas inicialmente. En tales situaciones habría que recalcular el nuevo IPR para comprobar que está por debajo del nivel de actuación exigido.

A modo de resumen los puntos más importantes para llevar a cabo el procedimiento de actuación de un AMFE son los descritos en la tabla 4.

A título de ejemplo se muestra en la tabla 5 una hoja para la recogida de informaciones y datos de un AMFE, de acuerdo al contenido de esta Nota Técnica de Prevención. Se ha cumplimentado para una hipotética situación de análisis de la operación de soldadura mix en el proceso de prensas y chapistería de una empresa de fabricación de automóviles.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) PAUL JAMES.
Gestión de la Calidad Total
Prentice Hall, 1996
- (2) PATRICK LYONNET
Los métodos de la Calidad Total
Ediciones Diaz de Santos, 1989
- (3) DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL
Métodos cualitativos para el análisis de riesgos. Guía Técnica.
Madrid, 1994

Nuestro agradecimiento a los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales y de Calidad de la empresa SEAT, de Martorell (Barcelona), por su colaboración.