

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA EMPRESA PROCESADORA DE GASEOSAS
OLYMPIC JUICE OLYJUICE CIA. LTDA.**

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

FERNANDO PAÚL PILCA PILCA

MARCO VINICIO VELÁSQUEZ REGALADO

DIRECTOR: ING. LUIS FERNANDO JÁCOME

Quito, Julio 2009

DECLARACIÓN

Nosotros, Fernando Paúl Pilca Pilca y Marco Vinicio Velásquez Regalado declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Fernando Pilca Pilca

Marco Velásquez Regalado

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Fernando Paúl Pilca Pilca y Marco Vinicio Velásquez Regalado bajo mi supervisión.

Ing. Fernando Jácome.
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A Dios, que nos enseñó a ser personas, humildes, respetuosas y perseverantes.

Un agradecimiento especial a todo el personal Docente de la Facultad de Ingeniería Mecánica, por transmitirnos los conocimientos necesarios para la realización del presente proyecto y para un buen desempeño en nuestra vida profesional, siempre teniendo presente los valores inculcados en el aula, al personal administrativo por la cordialidad, responsabilidad y don de servicio al momento de brindar su ayuda.

Al Ing. Carlos Sarche, Gerente de Comercialización, al Ing. Alfredo Mora, Gerente Administrativo, a la Dra. Andréa Sierra, Gerente Técnico, a los señores Byron Gordón , Danilo Minga, Técnicos de Mantenimiento y a todos los que conforman la empresa Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda., por la colaboración brindada para la realización del presente proyecto.

Al Ing. Luís Fernando Jácome por la motivación y aliento brindado durante el desarrollo del presente proyecto, además por la dirección y asesoramientos acertados, que facilitaron la consecución de nuestro proyecto.

A los compañeros y amigos de aula quienes hicieron mas agradable el transcurso de nuestra vida académica, por su generosidad al compartir sus conocimientos, y un agradecimiento especial a Carlos Faz, Mauricio Gaibor y David Jaramillo por su colaboración en nuestro proyecto.

FERNANDO PAUL Y MARCO VINICIO

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación lo dedico:

A mi madre, Eulalia, la persona que siempre me acompaña incondicionalmente en las ambiciones y metas de mi vida.

A mi padre, Luís, por el apoyo brindado durante todos estos años y por saberme guiar por el camino del bien.

A mi hermana, Verónica, por ser el ejemplo de constancia y superación, que me impulsa ha conseguir mis metas.

A mi hermano, Luís Omar, por ser la fuente aliento y motivación para superar los momentos difíciles.

A toda mi familia, la que siempre esta dispuesta a prestarme su ayuda.

FERNANDO PAUL

El presente proyecto de titulación lo dedico:

A mis padres María y Gonzalo, quienes con su amor, apoyo, y responsabilidad me ayudaron a alcanzar este gran logro.

A mis hermanos Diego, Mayra y Jairo, que me brindaron su incondicional ayuda en todo momento.

A mis amores Mercedes, Dorian y Vinicio, que son la inspiración de todo lo que realizó en mi vida.

A mis tías Gloria y Jeaneth, que guiaron mis estudios desde que era muy pequeño.

A toda mi familia, que con su consejo me impulsaron hacia el éxito.

A todas las personas que me quieren y que siempre estuvieron al pendiente de mis estudios.

MARCO VINICIO

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
DEDICATORIA	V
CAPÍTULO I	
CONSIDERACIONES GENERALES DE LA EMPRESA OLYMPIC JUICE	
OLYJUICE CIA. LTDA.....	1
1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	1
1.1.1 HISTORIA	1
1.1.1.1Misión, Visión	2
1.1.1.1.1Misión	2
1.1.1.1.2Visión.....	2
1.1.2 UBICACIÓN DE LA EMPRESA.....	3
1.1.3 INFRAESTRUCTURA.....	3
1.1.3.1Instalaciones	4
1.1.3.2Maquinaria	5
1.1.4 PERSONAL	7
1.1.5 CLIENTES	8
1.2 COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	9
1.2.1 ADMINISTRACION.....	10
1.2.2 PRODUCCIÓN	10
1.2.3 COMERCIALIZACIÓN	10
1.3 PRODUCTOS	12
1.3.1 GASEOSAS	12
1.3.1.1 Sabores.....	12
1.3.1.2Presentaciones	13
1.3.2 AGUA MINERAL.....	15
1.3.3 AGUA NATURAL	16
1.3.4 LIMONADA	16

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA OLYMPIC JUICE OLYJUICE CIA. LTDA..... 18

2.1 INTRODUCCIÓN	18
2.2 ESTUDIO SOBRE EL AGUA.....	18
2.2.1 DEFINICIÓN	18
2.2.2 HISTORIA:	18
2.2.3 EL AGUA COMO COMPUESTO: PROPIEDADES	19
2.2.3.1 Propiedades físicas.....	19
2.2.3.2 Propiedades químicas	20
2.2.3.3 Reacciones con los metales	20
2.2.3.3.1Reacción general	21
2.2.3.3.2Reacciones de hidrólisis.....	21
2.2.3.4 Ionización del agua	21
2.3 PROCESO DE FABRICACIÓN	21
2.3.3 TRATAMIENTO DEL AGUA.....	22
2.3.3.1 Captación.....	22
2.3.3.2 Aireación.	22
2.3.3.3 Floculación o Coagulación.....	22
2.3.3.4 Sedimentación	23
2.3.3.5 Filtración 1.....	23
2.3.3.6 Desinfección.....	23
2.3.3.7 Filtrado 2	24
2.3.3.8 Filtrado 3	24
2.3.3.9 Filtrado 4	24
2.3.3.10 Filtrado 5	24
2.3.4 SALA DE JARABES	25
2.3.5 LINEA CROWN.....	26
2.3.5.1 Lavado	26
2.3.5.2 Fajillado	26
2.3.5.3 Llenado	26
2.3.5.4 Capsulado	27
2.3.5.5 Inspección	27

2.3.5.6 Termoformado.....	27
2.3.5.7 Encajonado	28
2.3.5.8 Embodegado.....	28
2.3.5.9 Transporte.....	28
2.3.6 LINEA NOLL	28
2.3.6.1 Fajillado	28
2.3.6.2 Llenado	29
2.3.6.3 Capsulado	29
2.3.6.4 Inspección	30
2.3.6.5 Termoformado.....	30
2.3.6.6 Embodegado.....	30
2.3.6.7 Transporte.....	30
2.3.7 JUGO DE MORA	30
2.3.8 AGUA MINERAL.....	31
2.3.9 AGUA PURA.....	31
2.3.10 BOLOS.....	31

CAPÍTULO III

TEORÍA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	32
3.1 INTRODUCCIÓN	32
3.2 INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO	33
3.2.1 DEFINICIÓN	33
3.2.2 FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO	33
3.2.2.1 Funciones Primarias	34
3.2.2.2 Funciones Secundarias	34
3.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO	34
3.3.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	34
3.3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	35
3.3.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	36
3.3.3 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	37
3.3.4 MANTENIMIENTO CERO HORAS (OVERHAUL).....	39
3.3.5 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)	39

3.4 HERRAMIENTAS APLICADAS EN EL MANTENIMIENTO	
INDUSTRIAL	41
3.4.1 HERRAMIENTAS ESTADISTICAS	41
3.4.1.1 Diagrama de Pareto o 20-80.....	41
3.4.1.1.1 Definición.....	41
3.4.1.1.2 Características del principio de Pareto	42
3.4.1.1.3 Como elaborar diagramas Pareto	42
3.4.1.2 Diagrama de causa y efecto	45
3.4.1.3 Hoja de datos o lista de chequeo	46
3.4.1.4 Diagrama de flujo	46
3.4.1.4.1 Representación	47
3.4.1.5 Histograma.....	47
3.4.1.6 Diagrama de dispersión	48
3.4.1.7 Gráficos de control	48
3.4.2 HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO.....	48
3.4.2.1 Libro de actividades diarias	48
3.4.2.1.1 Definición.....	48
3.4.2.2 Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)	49
3.4.2.2.1 Sistema Analizado.....	51
3.4.2.2.2 Subsistema Analizado.....	51
3.4.2.2.3 Componente analizado	51
3.4.2.2.4 Definición de función	52
3.4.2.2.5 Estándares de funcionamiento.....	52
3.4.2.2.6 Funciones primaria.....	53
3.4.2.2.7 Funciones secundarias	53
3.4.2.2.8 Falla funcional del subsistema.....	55
3.4.2.2.9 Análisis de los modos de falla del subsistema.....	56
3.4.2.2.8 Efectos del modo de falla.....	57
3.4.2.2.9 Fuentes de información acerca de los modos y efectos de falla.....	57
3.4.2.2.10 Causas de fallo.....	58
3.4.2.2.11 Índice de gravedad o severidad (S).....	58
3.4.2.2.12 Índice de probabilidad de ocurrencia o frecuencia (O)...	59

3.4.2.2.13 Índice de detectabilidad (D).	60
3.4.2.2.14 Número de prioridad de riesgo (NPR).	61
3.4.2.2.15 Acción correctiva.	62
3.4.2.2.16 Determinación de responsabilidades y plazos.....	62
3.4.2.2.17 Determinación del nuevo número de prioridad de riesgo.....	62
3.4.2.2.18 Implementación del AMFE.	63

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	66
4.1 MANTENIMIENTO EN LA INDUSTRIA.....	66
4.2 BENEFICIOS DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	67
4.3 PLAN ESTRATEGICO DE MANTENIMIENTO	67
4.3.1 SITUACION ACTUAL DEL AREA DE MANTENIMIENO.....	68
4.3.1.1 Organización.....	68
4.3.1.2 Maquinaria	69
4.3.1.3 Seguridad.....	69
4.3.1.4 Mano de obra	69
4.3.1.5 Materiales y repuestos.....	70
4.4 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	70
4.4.1 SELECCIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA OLYMPIC JUICE OLYJUICE CIA. LTDA.....	70
4.4.1.1 Disponibilidad de los equipos	70
4.4.1.2 Carga de trabajo	70
4.4.1.3 Presupuesto de la empresa	71
4.4.2 GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	71
4.4.2.1 Gestión.....	71
4.4.2.2 Planificación	72
4.4.2.2.1 Programación del mantenimiento	72
4.4.2.2.2 Ejecución de las tareas de mantenimiento	73
4.4.3 PLANIFICACIÓN GENERAL.....	73

4.4.3.1 Estrategias para el desarrollo del programa de mantenimiento.....	74
4.4.3.2 Recursos humanos para el desarrollo del programa de mantenimiento.....	74
4.4.3.3 Recursos materiales para el desarrollo del programa de mantenimiento.....	75
4.4.4 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	76
4.4.4.1 Recopilación de información.....	76
4.4.4.1.1 Libro de actividades diarios.....	76
4.4.4.1.2 Formato utilizado para el libro de actividades diarias o bitácora.....	77
4.4.4.1.3 Aplicación del libro de actividades diarias	78
4.4.4.1.4 Sistema de codificación de equipos.....	80
4.4.4.1.5 Datos técnicos del equipo	81
4.4.4.1.6 Lay-out de las instalaciones.....	82
4.4.4.2 Diagnóstico del mantenimiento en Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.	83
4.4.4.2.1 Situación actual	83
4.4.4.2.2 Problemática.....	84
4.4.4.3 Metodología de solución	84
4.4.4.3.1 Lluvia de ideas	84
4.4.4.3.2 Diagrama causa efecto	85
4.4.4.3.3 Aplicación de la técnica de Pareto.....	87
4.4.4.3.4 Construcción del diagrama de Pareto.....	87
4.4.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	94

CAPÍTULO V

ANÁLISIS AMFE PARA EL EQUIPO SELECCIONADO.	98
5.1 GENERALIDADES.....	98
5.2 SELECCIÓN DEL EQUIPO.....	98
5.2.1 MÉTODO DE PRIORIDAD DE SELECCIÓN.....	99
5.2.2 INFLUENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN.....	99

5.2.2.1 Porcentaje de tiempo de uso del equipo.	99
5.2.2.2 Equipo duplicado o posibilidad de recuperar la producción utilizando otro equipo.	101
5.2.2.3 Influencia sobre los otros elementos productivos.	102
5.2.3 INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD.	103
5.2.4 INFLUENCIA SOBRE EL MANTENIMIENTO.	104
5.2.5 INFLUENCIA SOBRE EL MEDIO AMBIENTE.	105
5.2.6 INFLUENCIA SOBRE LA SEGURIDAD.	106
5.2.7 SUMA DE PESOS.	108
5.2.8 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.	109
5.3 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.	109
5.3.1 GENERALIDADES DEL EQUIPO.	109
5.3.2 FUNCIÓN DEL COMPRESOR.	111
5.3.3 FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR.	112
5.3.3.1 Diagrama funcional de bloques	114
5.3.3.2 Subsistemas del compresor.	114
5.3.3.2.1 Sistema de elemento de compresión.	115
5.3.3.2.2 Sistema de recuperación.	118
5.3.3.2.3 Sistema de enfriamiento de aceite.	121
5.3.3.2.4 Sistema de enfriamiento posterior de aire	125
5.3.3.2.5 Sistema eléctrico.	126
5.4 ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) PARA EL COMPRESOR COMPAIR.	127
5.4.1 CONSIDERACIONES GENERALES	127
5.4.2 CODIFICACIÓN UTILIZADA.	127
5.4.3 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS MODAL DE FALLA Y EFECTO.	129
5.4.4 TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA EL EQUIPO.	136
5.4.5 APLICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA EL EQUIPO.	137
5.5 CARTA DE LUBRICACIÓN.	139
5.5.1 FUNDAMENTOS DE LUBRICACIÓN	139
5.5.1.1 Características de la lubricación.	139
5.5.2 SELECCIÓN DE ELEMENTOS.	140

5.5.3 SELECCIÓN DE LUBRICANTES.....	140
5.5.3.1 Aspectos a tomar en cuenta	140
5.5.3.2 Grasas Lubricantes	141
5.5.3.3 Lubricantes Seleccionados	144
5.5.3.3.1 Datos técnicos de aceite.	144
5.5.3.3.2 Descripción del lubricante.	144
5.5.3.3.3 Datos técnicos de la grasa.	145
5.5.3.3.4 Descripción de la grasa utilizada.	146
5.6 NORMAS PARA LA EJECUCIÓN DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.	147
5.6.1 RIESGOS FÍSICOS.	148
5.6.1.1 Riesgos Eléctricos.....	148
5.6.1.2 Riesgos provocados por fuentes de ruido	149
5.6.1.3 Riesgos provocados por vibraciones de los equipos	150
5.6.1.4 Riesgos provocados por inadecuada iluminación	150
5.6.1.5 Riesgos provocados por temperatura del ambiente inadecuada.....	151
5.6.1.6 Riesgos provocados por radiaciones ultravioletas.	152
5.6.1.6.1 Soldadura con arco eléctrico.....	152
5.6.1.7 Riesgos provocados por una limpieza inadecuada.	152
5.6.1.8 Riesgos locativos.	153
5.6.1.9 Riesgos Mecánicos.....	153
5.6.1.9.1 Herramientas manuales y portátiles.....	153
5.6.1.9.2 Operación de maquinaria.....	154
5.6.1.9.3 Mantenimiento de maquinaria.....	154
5.6.1.10 Riesgos Químicos.....	155
5.6.1.10.1 Sustancias corrosivas, irritantes y toxicas.	155
5.6.1.10.2 Almacenamiento, manipulación y trabajo en sitios de materiales inflamables.....	155
5.6.1.11 Riesgos Ergonómicos.	156
5.6.1.12 Riesgos biológicos.	157
5.7 MÉTODO SUGERIDO PARA LA EJECUCIÓN DE UN PLAN OPERATIVO.....	157

CAPÍTULO VI**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 159**

6.1 CONCLUSIONES 159

6.2 RECOMENDACIONES 161

BIBLIOGRAFÍA..... 163**ANEXOS**

ANEXOS 1. PLACAS DE DATOS DE LOS EQUIPOS 166

ANEXOS 2. DIAGRAMAS DE FLUJO DE LOS PROCESOS DE
PRODUCCIÓN 170

ANEXOS 3. LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS 171

ANEXOS 4. REGISTRO DE EQUIPOS 184

ANEXOS 5. FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO 190

ANEXOS 6. LAY-OUT DE LAS INSTALACIONES 192

ANEXOS 7. TABLA AMFE PARA EL COMPRESOR COMPAIR 193

ANEXOS 8. CONTINUACIÓN DEL DESARROLLO AMFE PARA EL
COMPRESOR COMPAIR 208ANEXOS 9. ACCIONES CORRECTIVAS PARA EL COMPRESOR
COMPAIR 219ANEXOS 10. APLICACIÓN DE LAS TAREAS PROPUESTAS PARA EL
COMPRESOR COMPAIR 226ANEXOS 11. MÉTODO SUGERIDO PARA LA EJECUCIÓN DE UN
PLAN OPERATIVO 260

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Distribución de espacios físico de Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda.	4
Tabla 1.2 Maquinaria disponible Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda.	6
Tabla 1.3 Placa Compresor de tornillo.....	6
Tabla 1.4 Personal con que cuenta Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.	7
Tabla 1.5 Clientes de Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.	8
Tabla 1.6 Bodegas Satélites	9
Tabla 1.7 Sabores que ofrece en bebidas	12
Tabla 1.8 Presentaciones de bebidas.....	13
Tabla 1.9 Presentaciones Agua Mineral	15
Tabla 1.10 Presentación Agua Natural	16
Tabla 1.11 Presentación Limonada	16
Tabla 1.12 Bolos	17
Tabla 2.1 Propiedades del agua	19
Tabla 3.1 Representación de símbolos según la norma ASME.	47
Tabla 3.2 Clasificación según gravedad o severidad de fallo.....	59
Tabla 3.3 Clasificación según la probabilidad de ocurrencia.....	60
Tabla 3.4 Clasificación según la probabilidad de detectabilidad del modo fallo. ..	61
Tabla 4.1 Gestión del mantenimiento	71
Tabla 4.2 Extracto del libro de control de actividades diarias	78
Tabla 4.3 Familia de equipos	80
Tabla 4.4 Clasificación de criterio para calificar la maquinaria.....	81
Tabla 4.5 Ejemplo de formato de Registro de Equipos	81
Tabla 4.6 Cuantificación del número de fallas totales por máquina.	88
Tabla 4.7 Resumen de la tabla 4.6	90
Tabla 4.8 Ordenamiento descendente del número de fallas.....	91
Tabla 4.9 Número de fallas acumuladas y porcentaje total acumulado.....	92
Tabla 4.10 Máquinas que suman un porcentaje acumulado de 80%.....	94
Tabla 4.11 Máquinas que suman un porcentaje acumulado de 60%.....	97
Tabla 5.1 Máquinas que suman un porcentaje acumulado de 60%.....	98
Tabla 5.2 Número de horas de uso por semana	100
Tabla 5.3 Peso de los porcentajes de tiempo de uso del equipo	100

Tabla 5.4 Determinación de los pesos para cada equipo según el tiempo de uso.....	101
Tabla 5.5 Peso de la alternativa existente en la empresa	101
Tabla 5.6 Determinación de los pesos para cada equipo según la alternativa de recuperación de la producción.....	102
Tabla 5.7 Peso de la influencia del equipo sobre los otros elementos productivos	102
Tabla 5.8 Determinación de los pesos para cada equipo según la influencia sobre los otros elementos productivos	103
Tabla 5.9 Peso de la influencia sobre la calidad.....	103
Tabla 5.10 Determinación de los pesos para cada equipo según la influencia sobre la calidad del producto final.	104
Tabla 5.11 Peso de la influencia sobre el mantenimiento	104
Tabla 5.12 Determinación de los pesos para cada equipo según las horas de mantenimiento.....	105
Tabla 5.13 Peso de la influencia sobre el medio ambiente	105
Tabla 5.14 Determinación de los pesos para cada equipo según la influencia sobre el medio ambiente.....	106
Tabla 5.15 Peso de la influencia sobre la seguridad	106
Tabla 5.16 Determinación de los pesos para cada equipo según la influencia sobre la seguridad.....	107
Tabla 5.17 Suma de pesos para cada máquina	108
Tabla 5.18 Datos del equipo	110
Tabla 5.19 Descripción de partes de la tubería de admisión de aire	116
Tabla 5.20 Descripción de partes del elemento de compresión.....	117
Tabla 5.21 Descripción de partes del recuperador.....	119
Tabla 5.22 Descripción de partes de la tubería del recuperador.....	120
Tabla 5.23 Descripción de partes de la válvula de presión mínima.	121
Tabla 5.24 Descripción de partes del sistema de enfriamiento de aceite.	123
Tabla 5.25 Descripción de partes del Electroventilador	124
Tabla 5.26 Descripción del sistema de enfriamiento posterior de aire.....	126
Tabla 5.27 Descripción de funciones y perfiles del equipo AMFE	127
Tabla 5.28 Codificación de los subsistemas del equipo.	128

Tabla 5.29 Extracto de la tabla AMFE para el compresor Compair	129
Tabla 5.30 Continuación del desarrollo AMFE para el compresor Compair	132
Tabla 5.31 Extracto del cuadro de acciones correctivas para el compresor Compair	134
Tabla 5.32 Extracto de la aplicación de las tareas de mantenimiento para el equipo.....	137
Tabla 5.33 Lubricantes equivalentes.	141
Tabla 5.34 Características de las grasas.....	142
Tabla 5.35 Recomendaciones de lubricación.	143
Tabla 5.36 Datos técnicos del aceite	144
Tabla 5.37 Datos técnicos de la grasa.....	145
Tabla 5.38 Ventajas y beneficios de la grasa utilizada.....	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación de Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda.	3
Figura 1.2. Exteriores de Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda.	4
Figura 1.3. Organigrama de Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda.	11
Figura 2.1 Azúcar utilizada para la fabricación de bebidas refrescantes	25
Figura 3.1. Evolución del mantenimiento.....	33
Figura 3.2. Principio de Pareto.	42
Figura 3.3. Diagrama de bloques del proceso de elaboración de diagrama de Pareto.....	43
Figura 3.4. Diagrama y tabla de Pareto.....	45
Figura 3.5. Diagrama de causa y efecto.....	45
Figura 3.6. Libro de actividades diarias.	49
Figura 3.7 Diagrama de bloques para generar una tabla AMFE.....	50
Figura 3.8. Margen de deterioro.	53
Figura 3.9. Pérdida parcial y total de la función.....	56
Figura 3.10. Proceso de implementación del AMFE.	63
Figura 4.1. Codificación de equipos	80
Figura 4.2. Ejemplo de ficha técnica de registro de equipo.....	82
Figura 4.3. Diagrama Causa-Efecto	86
Figura 4.4. Diagrama de Pareto.	93
Figura 4.5. Zona dudosa del Diagrama de Pareto.....	95
Figura 4.6. Diagrama de Pareto modificado.	96
Figura 5.1. Fotografía del equipo.....	110
Figura 5.2. Partes principales del equipo.	111
Figura 5.3. Sistema aire/aceite.	113
Figura 5.4 Diagrama de flujo del equipo.....	114
Figura 5.5. Tubería de admisión de aire.....	116
Figura 5.6. Elemento de compresión.....	117
Figura 5.7. Recuperador.....	118
Figura 5.8. Tubería del recuperador.	119
Figura 5.9. Válvula de presión mínima.	120
Figura 5.10. Sistema de enfriamiento de aceite.	122
Figura 5.11. Electroventilador.....	124
Figura 5.12. Sistema de enfriamiento posterior de aire.....	125

RESUMEN

El presente proyecto de titulación se desarrolla en seis capítulos, cada uno de ellos cumple un objetivo planteado al inicio de la realización del proyecto. A continuación se describe una síntesis de cada uno de los capítulos presentes.

En el primer capítulo se describe información relevante de la empresa como: su ubicación geográfica, su plan estratégico, la infraestructura con la que cuenta, los canales de distribución de sus productos, los productos que ofrece al mercado, etc.

En el segundo capítulo se describe los procesos de fabricación de cada uno de los productos, desde su inicio a su finalización y la distribución al consumidor final, para una mejor visualización de cada proceso se desarrolló un flujograma de los procesos de mayor complejidad.

El tercer capítulo, abarca la recolección de información sobre: los conceptos básicos de la ingeniería de mantenimiento, las herramientas desarrolladas por la estadística, aplicadas al mejoramiento de la calidad de un producto o proceso y las herramientas desarrolladas por la ingeniería de mantenimiento como el análisis modal de fallos y efectos AMFE.

En el capítulo cuatro se realiza un análisis previo de la situación actual del sistema de mantenimiento de la empresa Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. para después realizar un diseño de un programa de mantenimiento preventivo adecuado para de la empresa, seguidamente se detalla la gestión y la planificación del programa de mantenimiento.

En el capítulo cinco se desarrolla un análisis modal de fallos y efectos, AMFE para el compresor Compair del cual se desprenden las tareas de mantenimiento y la carta de lubricación para el equipo, además se describe normas básicas para la ejecución de las tareas de mantenimiento.

El capítulo sexto recoge todas las conclusiones y recomendaciones que a lo largo del desarrollo del programa de mantenimiento preventivo se obtuvieron.

PRESENTACIÓN

Para un desempeño óptimo y competir con los retos que exige el mercado toda planta manufacturera que utilice maquinaria para sus procesos de elaboración de productos depende de la disponibilidad y confiabilidad del servicio que los equipos prestan.

Sin importar el nivel de complejidad, el tamaño y la tecnología utilizada, una maquinaria industrial es un conjunto de elementos coordinados entre si que transforman algún tipo de energía para realizar un trabajo determinado. Estos no poseen una vida útil indefinida.

El deterioro constante de los componentes en la mayoría de los casos es inevitable. Es por eso que cualquier tipo de maquinaria necesita de cuidados específicos para mantenerlo en condiciones óptimas de una operación sustentable.

La ausencia de un programa de mantenimiento en las industrias nacionales; constituyen una realidad en la mayoría de empresas.

Existe una gran incongruencia en el tema por que se ha comprobado que la selección de una correcta estrategia de mantenimiento exige menos de apoyo material, que de conocimientos, organización y sistematización en el trabajo.

Los recursos son necesarios pero si la estrategia aplicada es correcta, estos serán mínimos y por regla despreciables con respecto a las pérdidas de producción provocadas por averías.

Motivo por el cual el presente proyecto busca aplicar una estrategia que permita diseñar un programa de mantenimiento preventivo que se apegue a la realidad de la empresa, optimizando cada uno de los recursos destinados para el desarrollo de las actividades.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA EMPRESA OLYMPIC JUICE OLYJUICE CIA. LTDA.

En el presente capítulo tiene como propósito dar una breve descripción de la empresa Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. especificando sus actividades y el rol que desempeña en el mercado nacional.

Además de su historia se hablará de generalidades de la empresa, misión, visión, los productos.

1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1.1 HISTORIA

Quito, año 1900. La Cervecería La Victoria abrió sus puertas en la zona quiteña conocida como la Quebrada de Jerusalén sector próximo a El Panecillo.

Daba así Mariano Negrete rienda suelta a un sueño, al cual se unió Enrique Emilio Vorbeck, un químico- farmacéutico danés que trabajó en la Botica Alemana, quien se había especializado en su país en la fabricación de cerveza.

Negrete invitó a colaborar a Vorbeck en asociado de beneficios y más tarde terminó por comprar todos los derechos. Trabajaban 14 horas diarias en la tarea de hacer competitiva a la Cervecería y Maltería La Victoria. Él convirtió a la empresa en un gran complejo industrial que ofertaba una amplia gama de productos (licores, hielo, fideos, aceites) siendo favoritos de la gente la cerveza la Victoria, la cola de naranja y la de mora Orangine. Con el correr de los tiempos la empresa se transformó tanto en su estructura exterior como interior, bajo la dirección de varios hijos de Vorbeck, quienes la llevaron adelante hasta convertirla en una de las más importantes del país. La empresa Orangine por su parte, tuvo un devenir diferente ya que comenzó a saltar de dueño en dueño, sin que ninguno

de ellos se hiciera consciente de lo que tenía entre sus manos. La gaseosa de mora producto de la empresa Orangine aparecía de manera intermitente en el mercado, pero un grupo de jóvenes empresarios, decidieron rescatar a la empresa Orangine y transformarla en lo que es hoy Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. Desde que se volvieron abrir las puertas de la empresa, los creativos llegaron con tecnología de punta, procesos innovadores, para garantizar la calidad del producto, originalidad, esfuerzo, dedicación y muchas ganas de progreso, que se ven reflejados en los resultados, que hasta el momento se han obtenido.

Dicen que el olfato y el paladar son un trampolín hacia el pasado y así lo ha entendido una nueva generación de empresarios nacionales. Ellos han ido al corazón de nuestras marcas para “hacer empresa”.

Orangine es una marca Nacional, que representa a bebidas refrescantes y naturales, para el consumo humano y que esconde el esfuerzo de mano de obra ecuatoriana.

1.1.1.1 Misión, Visión

Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. ha creado una serie de políticas internas para su organización que van acorde con la realidad de nuestro país, tales proyecciones se encuentran implícitas en:

1.1.1.1.1 Misión

Esta enfocado en poder satisfacer a nuestros clientes, con productos elaborados con la más alta calidad, generando empleo y beneficios para todos quienes hacemos la empresa y sus consumidores.

1.1.1.1.2 Visión

Ser una marca sólida, y confiable, reconocida por la calidad otorgada en sus productos. Una marca de tradición llevando siempre en alto el orgullo de ser ecuatorianos¹

¹Facilitado por: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda

1.1.2 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. fábrica de bebidas mas conocida como Orangine esta situada en la Provincia de Pichincha, Cantón Quito entre las calles Carlos Freire N° 850 e Isidro Barriga, sector Chillogallo. A continuación se muestra la ubicación en la Figura 1.1.

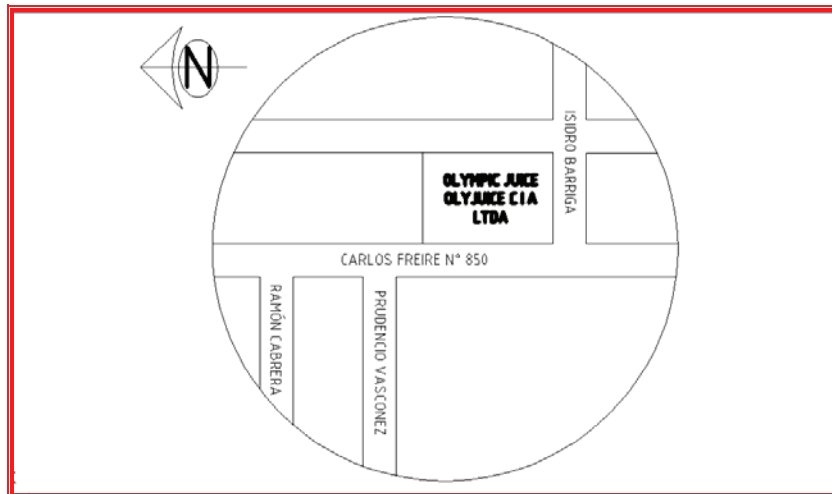


Figura 1.1. Ubicación de Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda.

La empresa esta rodeada por barrios del sur de Quito, por esta razón la administración de Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. ha tomado muy en cuenta disminuir los niveles de contaminación para no causar molestias a los vecinos para esto se esta cumpliendo todas las exigencias que impone el municipio del Distrito Metropolitano.

1.1.3 INFRAESTRUCTURA

Desde la nueva administración la empresa ha ido mejorando día tras día en todos los aspectos especialmente en la infraestructura de la planta, se ha realizado una excelente administración y optimización del espacio físico, remodelación de áreas tales como servicios higiénicos, vestidores, ventas, producción, administración etc. A continuación en la Figura 1.2 se muestra la fachada exterior de la fábrica donde se planifica, organiza, y produce los diferentes tipos de bebidas.

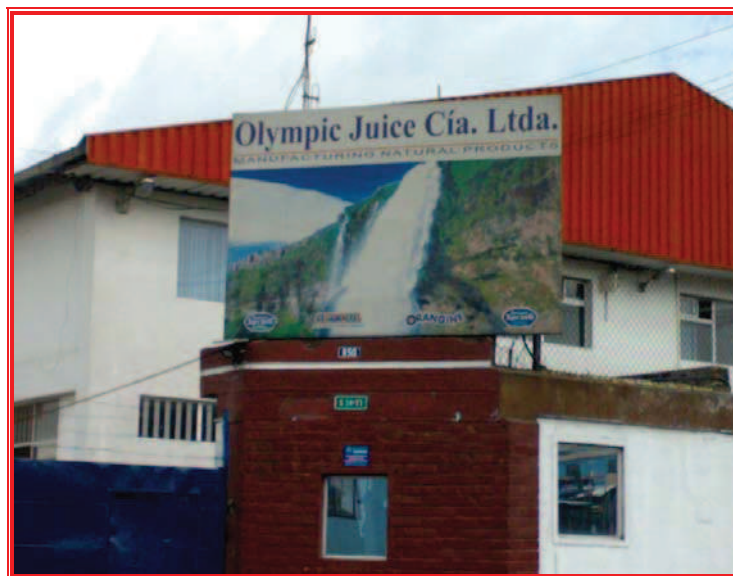


Figura 1.2. Exteriores de Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda.

Para satisfacer las necesidades y exigencias de los clientes se debe tener en mente que hay que fabricar un producto de calidad y para esto es necesario una mejora continua en todo sentido indispensablemente la infraestructura.

1.1.3.1 Instalaciones

Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. cuenta con una moderna planta de producción en un terreno de superficie igual a 8580 m², cuya infraestructura se encuentra repartida en 5850 m² de construcción.

Tabla 1.1 Distribución de espacios físico de Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda.

INSTALACIONES	DEPENDENCIAS	AREA(m²)
OFICINAS ADMINISTRATIVAS	Gerencia	7
	Recepción	4
	Compras	15
	Auditoria	10
	Contabilidad	10
	Ventas	20
OFICINAS TÉCNICAS	Mantenimiento	36
	Control de calidad	30

Tabla 1.1 (continuación)

INSTALACIONES	DEPENDENCIAS	AREA(m²)
OFICINAS DE PRODUCCIÓN	Inventario	12
	Despacho	15
BODEGA	Materia prima	700
	Materiales e Insumos	893
	Almacenamiento	1200
COMEDOR	General	56
SANITARIOS	Oficinas	6
	Obreros	32
	Gerencia	6
ESTACIONAMIENTO	Oficinas	100
	Transportistas	450
SEGURIDAD	Garita	7
ESPACIOS VERDES	Jardineras	72
PLANTA	Sala de jarabes	400
	Tratamiento de agua	184
	Producción	1900
MAQUINARIA	Cuarto de Compresores	65
	Cuarto de Caldero	35
	Cuarto de Generador	12
	Cuarto de Transformadores	5

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

Ante la creciente demanda en el mercado, Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. siempre está pensando en futuras mejoras en sus instalaciones, para fabricar un producto de calidad y satisfacer al cliente.

1.1.3.2 Maquinaria

Actualmente Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. se esta consolidando como una empresa importante en el ámbito alimenticio específicamente en bebidas gaseosas gracias a que cuenta con un excelente grupo de maquinaria que logra producir un delicioso producto, en la tabla 1.2 se muestra el número de máquinas existentes en la empresa.

Tabla 1.2 Maquinaria disponible Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda.

MAQUINARIA	CANTIDAD
COMPRESORES	5
MONTACARGAS	1
BOMBAS	26
CALDEROS	1
LAVADORA DE BOTELLAS	1
FAJILLADORAS	2
LLENADORAS	2
CAPSULADORAS	2
CORONADORA	1
FILTROS	12
GENERADORES	1
TRANSFORMADORES	2
MEZCLADORAS	2
HOMOGENIZADOR	1
DESHUMIFICADOR	1
MARMITAS(COCINAR AZÚCAR)	1
TERMOENCOGIBLES	2
MOTORES ELÉCTRICOS	9
MOTOREDUCTORES	26

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

La mayoría de máquinas no cuentan con su respectiva placa, a continuación se observa los datos que proporciona una placa en la tabla 1.3.

Tabla 1.3 Placa Compresor de tornillo.

Compresor de Tornillo	
Marca	Compair Broomwade
model	6060N13A
Serial NO	F140/0567
Year	1993
Max Pressure	13 Bar
Kw	53,53
Motor RPM	2935
V.Ph.Hz	220.3.60
m3/min	5.1

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

Es muy importante conocer los datos que vienen en la placa de las máquinas o equipos, pero lamentablemente muchas de ellas no la tienen, en el **ANEXO 1** tenemos alguna información de las máquinas.

1.1.4 PERSONAL

El éxito que tiene Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda. se debe al grupo humano con que cuenta, personal que esta altamente capacitado y consiente que debe hacer su trabajo de la mejor manera, en la tabla 1.4 se muestra el número de personas que trabajan por departamentos.

Tabla 1.4 Personal con que cuenta Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTOS DERIVADOS	Nº DE PERSONAS
Gerencia General	Ninguno	1
Gerencia Comercialización	Ninguno	1
Gerente Administrativo	Ninguno	1
Gerencia Técnico	Ninguno	1
Departamento Administrativo y Financiero	Contabilidad	1
	Recepción	1
	Bodega Suministros	3
	Inventarios	1
	Auditoria	1
	Bodega Despachos	5
	Compras	1
	Facturación	2
Departamento de Marketing	Marketing	1
	Ventas	1
	Servicio al cliente	1
Departamento de Calidad	Control de Calidad	3
Departamento de Mantenimiento	Eléctricos	2
	Automotriz	1
	Industrial	1
Planta (Operarios)	Máquina CROWN	12
	Máquina NOLL	10
	Limpieza	1
	Sala de jarabes	2
Transporte	Choferes	10
	Ayudantes	2
Total		66

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

El personal administrativo tiene un horario de 9 am a 5 pm y los obreros de 7 am a 3 pm de lunes a viernes y los sábados se trabaja hasta medio día, a veces es necesario trabajar en turno de la noche como por ejemplo en la máquina fajilladora de $\frac{1}{4}$, el horario de los choferes es variable conducen en el día o en la noche dependiendo de las circunstancias y a que realizan viajes interprovinciales.

Si la demanda aumenta más de lo usual el personal trabaja en turnos extras, estas horas extras son debidamente remuneradas.

1.1.5 CLIENTES

En el poco tiempo que la nueva administración tomo las riendas de la empresa se ha ido convirtiendo en una de las mejores del país por la gran calidad de sus productos, poco a poco ha ido ganando reconocimiento y clientes importantes, en la tabla 1.5, se muestra a los diferentes clientes de la empresa.

Tabla 1.5 Clientes de Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

SECTOR	CLIENTES
Supermercados	Supermaxi
	Megamaxi
	AKI
	Santa María
	Jumbo Center
Instituciones	FAE
	Fuerza Terrestre
Panaderías	Baguette
Restaurante	Motes de la Biloxi
Otros	Tiendas, despensas y Minimarkets de todo el país

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

Además el producto es transportado por camiones que pertenecen a la empresa o por camiones particulares que son contratados, a distintos puntos del país con la garantía que llevan un producto de la mejor calidad y lo mejor de todo que es hecho con manos ecuatorianas. A continuación se muestra en la Tabla 1.6 las bodegas satélites que tiene Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Tabla 1.6 Bodegas Satélites

BODEGAS SATELITES
Esmeraldas 1
Esmeraldas 2
Guayaquil
Daule
Salinas
Quevedo
Santo Domingo
Ibarra -Otavalo
Cayambe
Tulcán
San Gabriel
Conocoto
Norte de Quito
Machachi
Sangolqui
Latacunga
Ambato
Riobamba
Cuenca
Loja
Lago Agrio

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

1.2 COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La empresa tiene varios años funcionando pero la nueva administración comenzó desde cero formando un grupo corporativo que poco a poco fue dando

forma a la nueva y renovada Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda., está estructura organizativa ha ido definiendo cargos y responsabilidades de trabajo para todo el personal; se puede distinguir áreas y funciones, las cuales se mencionan a continuación.

1.2.1 ADMINISTRACION

La junta de accionistas es la máxima autoridad de la empresa y la Gerencia General esta a cargo del señor Holger Solano.

La empresa presenta una estructura funcional jerárquica, los Gerentes de las siguientes áreas se distribuyen así, Gerente de Comercialización Ing. Carlos Sarche; Gerente Técnico Dra. Andrea Sierra; Gerente Administrativo Ing. Alfredo Mora.

Los gerentes en las diferentes áreas tienen a su cargo a operadores, técnicos, mecánicos, trabajadores, electricistas, secretarias, oficinistas, facturadores, despachadores, etc.

1.2.2 PRODUCCIÓN

La producción de la empresa esta a cargo de la Dra. Andrea Sierra cuyo trabajo está en que las dos líneas de producción la Línea Crown y la Línea Noll trabaje de la mejor manera, así también tiene a cargo el departamento de mantenimiento que dan soporte a la producción siempre alerta a posibles daños en la maquinaria y planificando para el mejoramiento de la empresa, en este departamento también está el personal de limpieza y los encargados de mejorar la infraestructura.

1.2.3 COMERCIALIZACIÓN

Las ventas, distribución y marketing esta a cargo del Ing. Carlos Sarche quien ha ampliado el mercado de Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda. Para una mejor visualización se tiene la figura 1.3

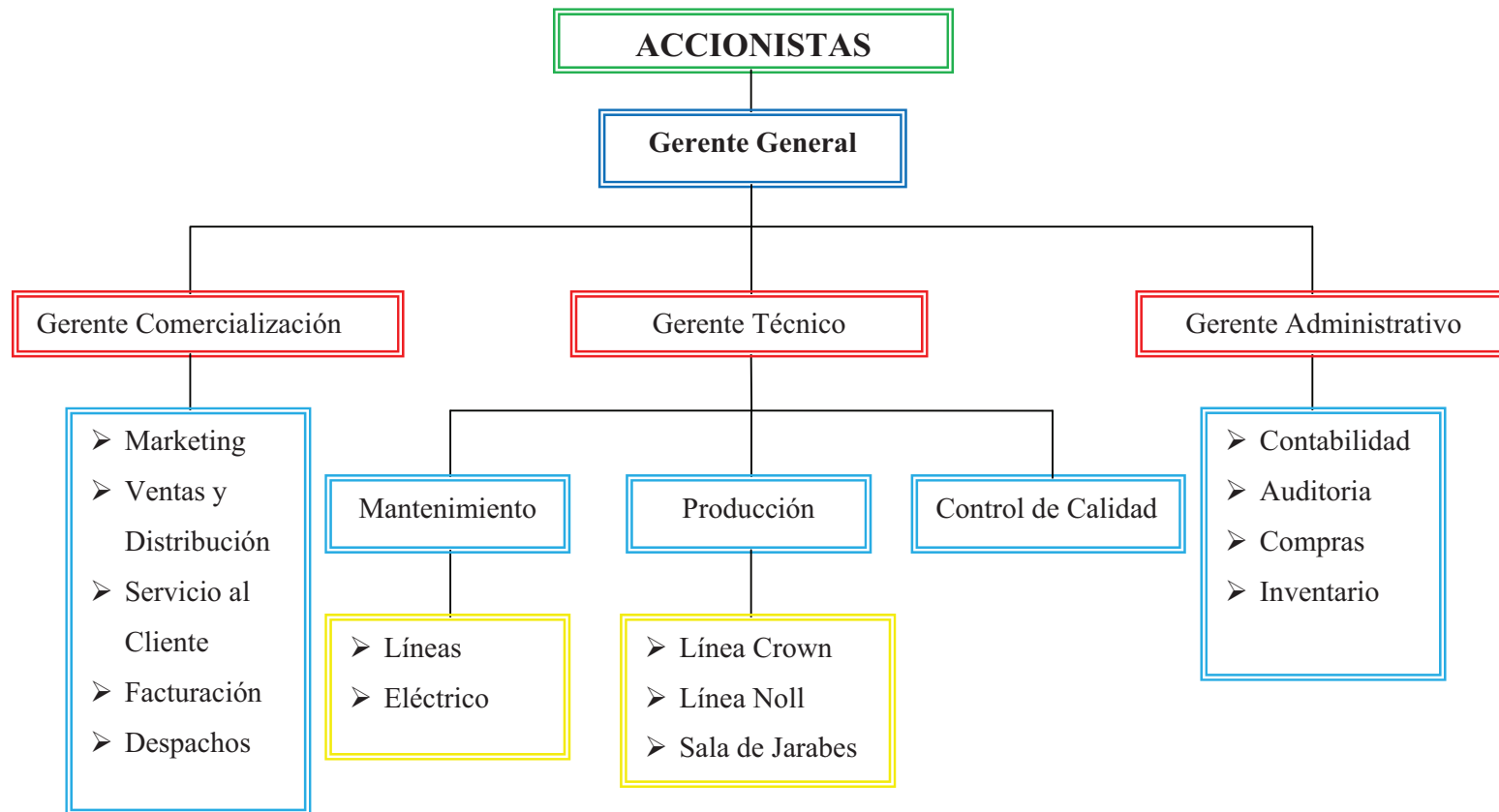


Figura 1.3. Organigrama de Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda.

1.3 PRODUCTOS

El compromiso y la mentalidad que tiene Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. es ofrecer al público un producto que cumpla con las exigencias que estos los impongan sin escatimar esfuerzos y recursos, por eso todo el personal demuestra toda su dedicación, entusiasmo y empeño para de esta manera garantizar una bebida de calidad para todos aquellos que las disfrutan.

A continuación se detallara la gama de productos que fabrica Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda.

1.3.1 GASEOSAS

El producto estrella de la empresa es la gaseosa Orangine cuyo sabores son únicos e inigualables por esta razón es la preferida de las personas y además se comercializan en varios sabores y presentaciones.


1.3.1.1 Sabores


Muchas personas se inclinan a cierto sabor de una bebida gaseosa por lo que Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda. ha creado una variedad de sabores para todos los gustos, en la tabla 1.7 se presentan los sabores para bebidas gaseosas.

Tabla 1.7 Sabores que ofrece en bebidas

NARANJA	MANZANA
	
FRESA	LIMÓN
	

Tabla 1.7 (continuación)

PIÑA	NEGRA
	

MORA


Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez






1.3.1.2 Presentaciones

Dada las circunstancias se ha creado una presentación para cada tipo de necesidad, para la familia, para los amigos, personales, etc, las presentaciones con que cuentan las gaseosas son nuevas y se muestran con detalle en la Tabla 1.8.

Tabla 1.8 Presentaciones de bebidas

Volumen (cm ³)	Material	Caja (unidades)
3125	PET(no retornable)	6
		

Tabla 1.8 (continuación)

Volumen (cm³)	Material	Caja (unidades)
1500	PET(no retornable)	6
		
Volumen (cm³)	Material	Caja (unidades)
500	PET(no retornable)	12
		
Volumen (cm³)	Material	Caja (unidades)
250	PET(no retornable)	24
		
Volumen (cm³)	Material	Caja (unidades)
237	Vidrio(no retornable)	12
		
Volumen (cm³)	Material	Caja (unidades)
250	Vidrio(retornable)	24
		

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.




Elaborado por: Pilca –Velásquez

1.3.2 AGUA MINERAL

El agua mineral es transportada desde los manantiales naturales del Cantón Mejía, Machachi en un tanque de acero inoxidable para mantener las propiedades físico – químicas y ese sabor característico

Miles de personas prefieren el refrescante sabor del agua mineral por su procedencia natural y para calmar su sed, en la Tabla 1.9 podemos observar sus presentaciones.

Tabla 1.9 Presentaciones Agua Mineral

Volumen (cm³)	Material	Caja (unidades)
3125	PET(no retornable)	6
		
Volumen (cm³)	Material	Caja (unidades)
1500	PET(no retornable)	6
		
Volumen (cm³)	Material	Caja (unidades)
500	PET(no retornable)	12
		

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

1.3.3 AGUA NATURAL

El líquido vital importante para el correcto funcionamiento de nuestro cuerpo ha sido extraído de fuentes naturales y sometido a estrictos procesos de purificación para que llegue a los clientes un producto sano y natural. Es importante tener la satisfacción de fabricar un producto que cumple las normas y estándares requeridos. Mas adelante en la Tabla 1.10 se muestra su ilustración.

Tabla 1.10 Presentación Agua Natural

Volumen (cm ³)	Material	Caja (unidades)
500	PET(no retornable)	12
		

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

1.3.4 LIMONADA

Producto creado con esencias naturales de limón y mano de obra de personal altamente calificado, sus características se encuentra en la Tabla 1.11.

Tabla 1.11 Presentación Limonada


Volumen (cm ³)	Material	Caja (unidades)
500	PET(no retornable)	12
		

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

A más de los productos que se nombra anteriormente se fabrica jugo de naranja llamado Citrus que tiene una moderna presentación de tres litros, bolos de fresa, uva, manzana y finalmente tenemos el energizante llamado Energine 440 un producto que da fuerza y energía para esos días extenuantes, éste es uno de los productos nuevos que esta en fase de crecimiento y en un futuro cercano se estará consolidándose como un producto estrella. A continuación se observa los bolos producidos en la Tabla 1.12.

Tabla 1.12 Bolos

Volumen (cm³)	Material	Caja (unidades)
100	Fundas plásticas	100
		

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA OLYMPIC JUICE OLYJUICE CIA. LTDA.

2.1 INTRODUCCIÓN

La principal materia prima que utiliza Olympic Juice Olyjuice S.A. para la fabricación de sus bebidas es el agua por eso a continuación se habla acerca de este líquido vital. Además se dará fundamentos y definiciones y una breve descripción de procesos que se utiliza en la industria de las bebidas gaseosas.

2.2 ESTUDIO SOBRE EL AGUA

2.2.1 DEFINICIÓN

Agua, nombre común que se aplica al estado líquido del compuesto de hidrógeno y oxígeno H₂O.

El agua es un compuesto químico de naturaleza inodora, insabora e incolora. Tiene un matiz azul, que sólo puede detectarse en capas de gran profundidad.

2.2.2 HISTORIA:

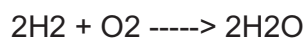
Los antiguos filósofos consideraban el agua como un elemento básico que representaba a todas las sustancias líquidas. Los científicos no descartaron esta idea hasta la última mitad del siglo XVIII. En 1781 el químico británico Henry Cavendish sintetizó agua detonando una mezcla de hidrógeno y aire. Sin embargo, los resultados de este experimento no fueron interpretados claramente hasta dos años más tarde, cuando el químico francés Antoine Laurent de Lavoisier propuso que el agua no era un elemento sino un compuesto de oxígeno e hidrógeno. En un documento científico presentado en 1804, el químico francés Joseph Louis Gay-Lussac y el naturalista alemán Alexander von Humboldt

demonstraron conjuntamente que el agua consistía en dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno, tal como se expresa en la fórmula actual H₂O.

2.2.3 EL AGUA COMO COMPUESTO: PROPIEDADES

El agua es un compuesto basado en moléculas constituidas por 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno y por lo tanto de fórmula molecular H₂O.

Podemos considerar el agua como el producto de la combustión (oxidación) del hidrógeno con el oxígeno del aire:



El enlace que mantiene unidas las moléculas de agua es de tipo covalente, es decir que los átomos que forman el compuesto comparten un electrón. Además, las moléculas de agua aparecen asociadas entre sí formando grupos mediante los denominados enlaces de hidrógeno, que actúan como pegamento.

La estructura de la molécula de agua puede explicarse teniendo en cuenta que el átomo central de oxígeno está rodeado por cuatro pares de electrones, dos formando enlace y dos solitarios. La molécula tiene por tanto, forma de V, y la repulsión entre átomos de H reduce el ángulo del tetraedro H-O-H a 104,5°.

2.2.3.1 Propiedades físicas

El agua pura a la presión atmosférica (760 mm de mercurio), el punto de congelación del agua es de 0 °C y su punto de ebullición de 100 °C. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4 °C y se expande al congelarse.

Tabla 2.1 Propiedades del agua

Peso molecular	18,16 uma
Punto de ebullición a 1 atm	100°C
Punto de fusión a 1 atm	0°C

Tabla 2.1 (continuación)

Densidad a 0°C Sólido	0,915 g/ml
Densidad a 0°C Líquido	0,99987 g/ml
Densidad a 4°C Líquido	1,0000 g/ml
Densidad a 100°C Líquido	0,95839 g/ml
Calor de vaporización	40,561 KJ/mol
Calor de fusión	6,010 KJ/mol
calor específico	0,999 cal/g°C
Conductividad a 25°C	6.10-18 ohm
Conductividad calorífero	0,001 cal/cm.s.°C
Presión crítica	217,7 atm
Temperatura crítica	374,1 °C
Presión triple	4,58 mm Hg
Temperatura triple	0,073 °C
Dilatación de liq. a hielo	10%

Fuente: Internet

Elaborado por: Pilca –Velásquez

2.2.3.2 Propiedades químicas

Como resultado del dipolo eléctrico asociado a la molécula de agua y como consecuencia de sus posibilidades de formar enlaces de hidrógeno, el agua da compuestos de adición con un gran número de sales. De tal modo, que las moléculas de agua pueden encontrarse asociadas de diferentes maneras:

2.2.3.3 Reacciones con los metales

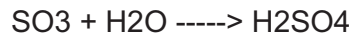
A temperatura ordinaria, el agua reacciona violentamente con los metales alcalinos y los alcalinotérreos más pesados. Metales como el Al, Mn, Zn, Fe, Sn, Pb, reaccionan con el vapor de agua.

2.2.3.3.1 *Reacción general*

2Metal + Agua ---> Óxido del metal + Hidrógeno que se desprende.

Reacciones con los óxidos:

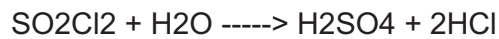
El agua reacciona con los óxidos dando oxiácidos o hidróxidos. Ejemplo:



trióxido de azufre agua ácido sulfúrico

2.2.3.3.2 *Reacciones de hidrólisis*

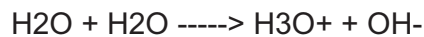
El agua produce la doble descomposición de sales. Ejemplo:



cloruro de sulfurilo agua ácido sulfúrico ácido clorhídrico

2.2.3.4 Ionización del agua

El agua está débilmente ionizada, de forma que puede actuar como un ácido o como una base. La reacción,



ácido1 base2 ácido2 base1

Se realiza en poca cantidad en el agua pura. Dado que las concentraciones de los elementos del primer miembro de la ecuación son constantes, la expresión de la CONSTANTE DE EQUILIBRIO es:

$$(\text{H}_3\text{O}^+).(\text{OH}^-) = K_w$$

La cantidad de K_w , se llama CONSTANTE DEL PRODUCTO IÓNICO DEL AGUA. Su valor es de 10^{-14} si las concentraciones se expresan en moles por litro y a 25 °C.

En una solución neutra la concentración de H_3O^+ es la misma que la de OH^- .

2.3 PROCESO DE FABRICACIÓN

Olympic Juice Olyjuice S.A. para la fabricación de sus productos cuenta con una serie de procesos que se cita a continuación.

2.3.3 TRATAMIENTO DEL AGUA

2.3.3.1 Captación

El agua es la principal materia prima para la fabricación de bebidas gaseosas ,jugos, energizantes, agua pura con o sin gas etc, se la obtiene de aguas subterráneas que están aproximadamente a 40 metros bajo la superficie de la fabrica ,llegando hacia ella por medio de perforaciones en la tierra obteniendo los llamados pozos.

La extracción del líquido vital hacia la superficie se lo realiza mediante una bomba sumergible multietapas (bomba tipo lápiz) que tiene una potencia de 15 HP.

2.3.3.2 Aireación.

Para este proceso la fábrica esta provista de una estructura metálica de diez metros de altura por tres metros de ancho y tres metros de profundidad el principio de este método es hacer caer el agua desde lo alto de la torre y que golpee con varias láminas de eternit repetidamente hasta que llegue a la base.

Este tipo de operaciones se realiza para oxidar el hierro e incrementar la proporción de oxígeno disuelto en el agua, de este modo se reduce el contenido de dióxido de carbono hasta un 60% y mejora la purificación con bacteria aeróbicas.

El oxidante utilizado en esta operación es el Hipoclorito de sodio.

Debido a la acción del aire y los rayos solares; mejora el sabor y el olor, y elimina algunas substancias.

2.3.3.3 Floculación o Coagulación

Es un proceso de tratamiento que denota la serie de operaciones químicas y mecánicas por las cuales se aplican coagulantes.

Los coagulantes utilizados por fabrica Olympic Juice Olyjuice S.A es el Policloruro de Aluminio.

El floculador que es utilizado en la empresa es del tipo hidráulico con canales en forma de serpentina en la cual se reduce la velocidad de ingreso del agua produciendo la mezcla.

Se llaman coagulantes a los agentes químicos agregados al agua para facilitar el asentamiento de sustancias coloidales o finamente desmenuzadas que se encuentran en suspensión, las partículas se unen aumentan de peso y decantan. Este tratamiento tiene por objeto clarificar el agua o sea eliminar la turbiedad.

La decantación empieza cuando termina la coagulación, supone la quietud del líquido para el asentamiento de las partículas.

2.3.3.4 Sedimentación

Luego de pasar por el floculador hidráulico pasa a un tanque donde partículas solidas contenidas en el agua se aglomeran o se unen aumentando de peso éstas se asientan por gravedad hacia el interior del tanque, mientras mayor sea el tiempo de reposo, mayor será el asentamiento y consecuentemente la turbiedad será menor haciendo el agua mas transparente.

2.3.3.5 Filtración 1

Se emplea para obtener una mayor clarificación ,la filtración se realiza mediante un filtro de arena y piedra ingresando el agua sedimentada o decantada por encima de filtro por gravedad , la separación de los materiales sólidos se efectúa al pasar el agua por los poros de la capa filtrante y adherirse las partículas a los granos de arena.

El filtro se lava con una corriente de agua en sentido contrario al de filtrado, que expande el lecho y se lleva al desagüe los sólidos acumulados.

2.3.3.6 Desinfección

Se agrega cloro por el cual se destruyen los agentes microbianos.

Terminada esta operación pasa el agua a una cisterna subterránea que esta debajo del piso de la empresa donde esta lista para pasar a operaciones siguientes.

2.3.3.7 Filtrado 2

El agua de la cisterna es bombeada a otro filtro que consiste en un tanque de aproximadamente de dos metros de alto dentro del cual hay arena, piedra, carbón activo.

El carbón activo, que actúa de forma parecida a los filtros del tabaco, tiene la capacidad de coger partículas de tamaños muy pequeños, tales como las sustancias orgánicas o los detergentes. De este tanque la tubería se divide en dos una que se dirige hacia la sala de jarabes y la otra que pasara por otro proceso de filtrado

2.3.3.8 Filtrado 3

Esta operación de filtrado se la realiza para disminuir la cantidad de cloro contenido en el agua y para eliminar partículas nocivas para la salud que pudieron pasar en la operación de filtrado 2.

El tipo de filtro utilizado en este caso es un filtro de catadines que son tubos huecos hechos de un material cerámico donde el agua pasa a través de ellos eliminando impurezas por el motivo de que sus porosidades son sumamente pequeñas. Posteriormente el agua es bombeada hacia un tanque de almacenamiento o cisterna.

2.3.3.9 Filtrado 4

De la cisterna el agua es enviada hacia un filtro que en su interior tiene solo carbón activo

2.3.3.10 Filtrado 5

El tipo de filtro en este proceso es de cartuchos que consiste en 7 cilindros de un material parecido a la espuma flex dispuestos en una forma circular de tal manera que el agua debe pasar por estos cartuchos eliminando impurezas.

2.3.4 SALA DE JARABES

El azúcar es transportada en quintales de 100 libras por grandes tráileres o camiones desde el Ingenio Tababuela y son almacenados en las bodegas de la fabrica, la cantidad de azúcar necesaria para hacer bebidas gaseosas dependerá de la producción, en una producción normal se cocina azúcar dos veces por semana, realizando los cálculos correspondientes aproximadamente se necesita 1000 quintales al mes.



Figura 2.1 Azúcar utilizada para la fabricación de bebidas refrescantes

El azúcar es cocinada en una Marmita que tiene una capacidad de 60 quintales ,en un día se puede cocinar con tres paradas 180 quintales ,dentro de la misma hay un agitador y una tubería en forma de serpentín donde circula vapor producido por un caldero del tipo piro tubular. Luego de cocinar pasa a un filtro de azúcar (filtro de celite que es un polvo filtrante) después pasa a un enfriador que es simplemente un intercambiador de calor dos tuberías por la una tubería circula agua fría y por la otra azúcar caliente, finalmente pasa a un tanque de almacenamiento donde no se vuelve a solidificar por que se le agrega un químico preservante, el azúcar almacenada se le llama jarabe neutro.

Para diferentes sabores como por ejemplo la naranja se necesita emulsión de naranja la cual es fabricada en la misma empresa con una máquina llamada homogenizador y para los otros sabores es necesario esencias de manzana, fresa, piña, limón, cola negra.

Los jarabes se obtienen de mezclar jarabe neutro con emulsiones, esencias, colorantes, agua, preservantes, saborizantes y otros productos, los jarabes son bombeados hacia las dos líneas de llenado: la línea CROWN y la línea NOLL.

2.3.5 LINEA CROWN

Se llama Línea Crown al grupo de operaciones que realizan máquinas de la marca Crown Cork de Argentina las cuales describiremos a continuación.

2.3.5.1 Lavado

Es una máquina diseñada para lavar botellas de vidrio de 250 cm³ y 350 cm³ pero anteriormente hay un sistema de separación de jabas y botellas en la entrada de la máquina esta dotada de agujeros del tamaño de las botellas en los cuales ingresan y mediante un proceso de lavado con sosa cáustica salen completamente limpias listas para la próxima operación.

2.3.5.2 Fajillado

Hay que enfatizar que el fajillado es solo para botellas plásticas (Poli Etilén Tereftalato más conocido como PET) que son proveídas por la empresa EMPAQPLAST de diferentes tamaños tales como 3125cm³, 1500cm³, 500cm³, 250 cm³

En la línea Crown se producen bebidas gaseosas de envase plástico PET de 250 cm³, 500 cm³ y de envase de vidrio de 250 cm³ y 237cm³ las botellas de vidrio son proveídas por la empresa Cristalería del Ecuador.

2.3.5.3 Llenado

El jarabe es bombeado hacia la línea Crown donde es almacenado en una bandeja o especie de recipiente y a su lado otro recipiente llena de agua el agua se mezcla con el jarabe por medio de una bomba doble que esta debajo de las tinas a una proporción de 1 a 5, por ejemplo en 50 litros de jarabe se mezclan 250 litros de agua ,y para estar seguro de la calidad de la mezcla existe un aparato llamado bricksometro que es un medidor de dulce ,si la mezcla es correcta el

aparato debe medir entre un rango de 2.5 a 4.2 dependiendo del sabor y si es cola o agua mineral

En un tanque es almacenada la bebida sin gas, de aquí pasa a un tanque sellado, la bebida sin gas cae dentro del tanque en forma de gotitas como en una ducha, dentro del tanque hay un tubo en forma de serpentín y dentro de él circula amoníaco que enfría la bebida a -25 grados aproximadamente facilitando la impregnación del CO₂.

Debajo del tanque hay una bomba que traslada la bebida gaseosa hacia la llenadora que es un tanque circular provista de 40 dispositivos para llenado o dispensadores de botellas.

2.3.5.4 Capsulado

La línea Crown produce bebidas gaseosas en dos tipos de envase de vidrio (que son retornables) excepto los jugos de 237 cm³ que son no retornables y PET (no retornables) por lo tanto dos tipos de tapas las tapas coronas y las tapas plásticas

Las tapas de plástico son fabricadas por la empresa Latienvases y las tapas coronas son compradas a la empresa Indutapa. La máquina capsuladora cuenta con 8 dispositivos de tapado de botellas y aproximadamente produce 160 botellas por minuto.

2.3.5.5 Inspección

Es muy importante la inspección luego de los pasos anteriormente tratados ya que por descuido del personal, o algún otro factor, las bebidas gaseosas en su interior o exterior pueden contener elementos extraños; por esta razón existe un control de calidad en las diferentes etapas del proceso de fabricación.

2.3.5.6 Termoformado

Las bebidas gaseosas fabricadas y envasadas en botellas PET son empaquetadas en una operación llamada termoformado, la operación consiste en

apilar las botellas dependiendo del tamaño de las mismas, por ejemplo, los envases de 3125cm³ son agrupadas de 6 unidades, los envases de 1500 cm³ de 6, los envases de 500 cm³ de 12, los envases de 250 cm³ de 24, para luego ser recubiertas por un plástico especial y por una banda transportadora pasa por una especie de horno o la máquina llamada termoencogible este aparato cuenta con dos sopletes que utilizan gas como combustible y un ventilador que mejora la combustión dentro de la caja .

El plástico se quema ligeramente adquiriendo la forma del grupo de envases y se endurece de tal forma que no permite que se desjunten las botellas.

2.3.5.7 Encajonado

Las bebidas gaseosas fabricadas y envasadas en botellas de vidrio (retornables), son encajonadas en jabas que fueron lavadas anteriormente y que contienen 12 unidades, para posteriormente ser embodegadas.

2.3.5.8 Embodegado

Las jabas con envases de vidrio y los empaquetados con envases PET son almacenados en una bodega donde son inventariados y guardados hasta su futuro transporte a cualquier tienda o supermercado del país.

2.3.5.9 Transporte

Dependiendo de los pedidos, el producto terminado es facturado y despachado a diferentes lugares de Quito o a ciudades de Ecuador tales como: Guayaquil, Esmeraldas, Ambato, Lago Agrio, Cuenca etc.

2.3.6 LINEA NOLL

Se llama Línea Noll al grupo de operaciones que realizan máquinas de marca Noll las cuales describiremos a continuación.

2.3.6.1 Fajillado

Hay que enfatizar que el fajillado es solo para botellas plásticas (Poli Etilén Tereftalato mas conocido como PET) que son proveidas por la empresa

EMPAQPLAST de diferentes tamaños tales como 3125cm³, 1500 cm³, 500 cm³, 250 cm³

El fajillado es un sistema neumático que utiliza un pistón y está diseñado para etiquetar las botellas PET.

2.3.6.2 Llenado

El jarabe es llevado hacia la línea NOLL donde es almacenado en un tanque de mezcla donde es diluido con agua tratada a una proporción de 1 a 5, por ejemplo si tengo 25 litros de jarabe mezclare con 125 litros de agua, y para estar seguro de la calidad de la mezcla existe un aparato llamado bricksometro que es un medidor de dulce, si la mezcla es correcta el aparato debe medir entre 2.5, 3, y 3.5.

Mezclado el jarabe y el agua a la proporción predefinida se lleva a otro tanque mediante una bomba, en el transcurso del recorrido el CO₂ se impregna mediante el Efecto Venturi cuyo principio físico es el siguiente” cuando un fluido incrementa su velocidad, su presión disminuye”.

En otras palabras si un gas o líquido es llevado de un lugar a otro a gran velocidad esto produce un vacío, por la gran velocidad atraerá otros semejantes en este caso la mezcla jarabe - agua absorbe al CO₂. Debajo del tanque hay una bomba que traslada la bebida gaseosa hacia la llenadora que es un tanque circular provista de 70 dispositivos para llenado de botellas.

2.3.6.3 Capsulado

La línea Noll a diferencia de la línea Crown produce bebidas gaseosas solo en envases PET(no retornables) por lo tanto se tiene un solo tipo de tapas. Las tapas de plástico son fabricadas por empresa Latienvases y proveídas a la empresa Olympic Juice Olyjuice. La máquina capsuladora cuenta con 14 dispositivos de tapado de botellas y aproximadamente produce 70 botellas por minuto.

2.3.6.4 Inspección

En este paso se comprueba que la cantidad de bebida en cada envase es correcta, el sellado es perfecto y la presentación es adecuada.

2.3.6.5 Termoformado

Las bebidas gaseosas fabricadas y envasadas en envases PET son empaquetadas en una operación llamada termoformado, la operación consiste en apilar las botellas dependiendo del tamaño de las mismas, por ejemplo, los envases de 3125cm³ son juntadas de 6, los envases de 1500 cm³ son juntados de 6, los envases de 500 cm³ son juntados de 12, los envases de 250 cm³ son juntados de 24, para luego ser recubiertas por un plástico especial y por una banda transportadora pasa por una especie de horno o la máquina llamada termoencogible, este aparato cuenta con dos sopletes que utilizan gas como combustible y un ventilador que mejora la combustión dentro de la caja. El plástico se quema ligeramente adquiriendo la forma del grupo de envases, de tal forma que no permite que se desparramen las botellas.

2.3.6.6 Embodegado

Los empaquetados con envases PET son llevados con un montacargas y almacenados en una bodega donde son inventariados y guardados hasta su futuro transporte a cualquier tienda o supermercado del país.

2.3.6.7 Transporte

Dependiendo de los pedidos, el producto terminado es facturado y despachado a diferentes lugares de Quito o a muchísimas ciudades de Ecuador tales como Guayaquil, Esmeraldas, Ambato, Lago Agrio, Cuenca etc.

2.3.7 JUGO DE MORA

Para obtener el jugo de mora natural es necesario hacer pasar la mora por un despulpador, que consiste en un tornillo que tritura la fruta y luego pasa por tres cedazos, el siguiente paso es una bomba de vacío que traslada la pulpa a un tanque, para posteriormente pasar al contenedor de reposo con ayuda de una

bomba, finalmente se deja por veinte y cuatro horas antes de enviarlo al atinizador que es un pausteurizador de resistencias eléctricas.

2.3.8 AGUA MINERAL

El agua mineral es obtenida desde las fuentes naturales de Machachi, transportada y almacenada en la empresa Olympic Juice Olyjuice para posteriores tratamientos. Luego de pasar por varios filtros el agua mineral es llevada a cualquiera de las dos líneas donde será impregnada con CO₂, envasada, capsulada, inspeccionada, embalada, almacenada, facturada y transportada.

2.3.9 AGUA PURA

Para garantizar la pureza y calidad del agua a mas de los tratamientos normales, se realiza un proceso llamado Osmosis inversa que es una operación de desinfección del agua. Después el agua es llevada a las líneas Noll o Crown para su final proceso de producción.

2.3.10 BOLOS

El agua para los bolos recibe el mismo tratamiento que para las bebidas gaseosas, ellos tienen su propia y exclusiva máquina que envasa el líquido en una envoltura plástica.

El jarabe se fabrica de los siguientes sabores fresa, uva, manzana.

Para una mejor visualización se tiene un diagrama de flujo donde se detalla el proceso de producción y que esta en el **ANEXO 2**.

CAPÍTULO III

TEORÍA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

3.1 INTRODUCCIÓN

El mantenimiento industrial es de vital importancia para la ejecución de los diferentes procesos de producción que existen en una empresa. De su buena aplicación depende no sólo un funcionamiento óptimo de las instalaciones, sino que además es preciso llevarlo eficientemente para conseguir otros objetivos como son el control del ciclo de vida de las instalaciones minimizando los costos destinados para conservarlas en buen estado.

Su evolución con el transcurso del tiempo, se considera en cuatro diferentes generaciones que a continuación se las detallan:

- PRIMERA GENERACIÓN: Mantenimiento correctivo. Se espera que se produzca la avería para reparar.
- SEGUNDA GENERACIÓN: Se realizan tareas de mantenimiento para prevenir averías. Trabajos cíclicos y repetitivos con una frecuencia determinada.
- TERCERA GENERACIÓN: Se implanta el mantenimiento a condición. Es decir, se realizan monitorizaciones de parámetros en función de los cuales se efectuarán los trabajos.
- CUARTA GENERACIÓN: Se implantan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y, de la organización y ejecución del mantenimiento. Se establecen los grupos de mejora y seguimiento de las acciones.

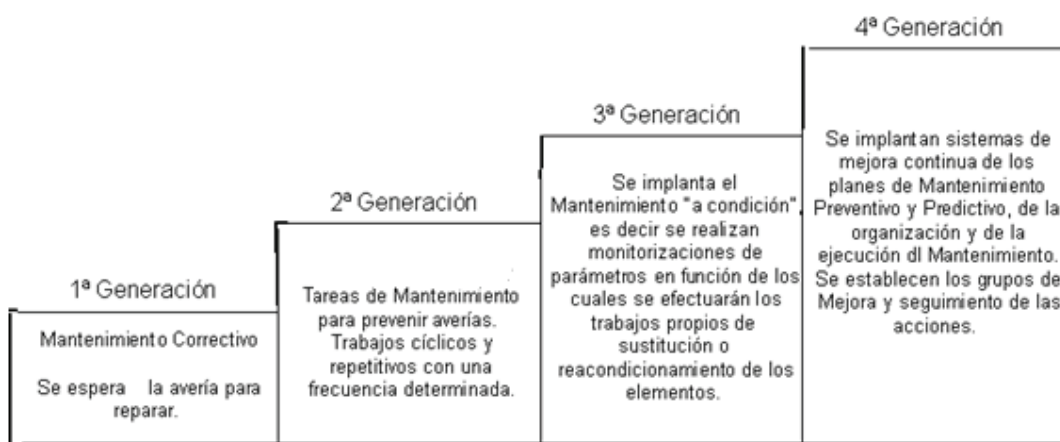


Figura 3.1. Evolución del mantenimiento.²

3.2 INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

3.2.1 DEFINICIÓN

La Ingeniería de Mantenimiento es una de las diferentes ramas que se desprenden de la Ingeniería y que tiene como objetivos principales el resolver los problemas que se presentan con los equipos e instalaciones a diario en una industria o una compañía de servicios, además conservar a la planta física en un buen estado, así como también el de mantener en un estado de operación óptimo a los componentes de los diferentes procesos que se realicen, teniendo siempre presente el disminuir los costos invertidos en mantenimiento realizando un proceso de mejoramiento continuo al programa aplicado.

3.2.2 FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

Las funciones o el campo de acción de un servicio de mantenimiento es muy variado por que está en función de el tamaño de industria, la actividad que ésta realiza, las políticas de manejo, entre otras. Por lo que no se puede enmarcar las funciones que realiza el departamento de mantenimiento pero se puede generalizar algunas de las funciones típicas, así se las puede dividir en dos grupos, las funciones primarias que son de vital importancia para el buen manejo

² www.emagister.com/mantenimiento_industrial/conceptos_del_mantenimient.pdf.

de un programa de mantenimiento, y las secundarias que son un complemento y que se las lleva a cabo progresivamente, en el transcurso del mejoramiento continuo del programa.

3.2.2.1 Funciones Primarias

- Conservar, reparar y revisar los equipos e instalaciones.
- Generación y distribución de los servicios eléctricos, vapor, aire, agua, gas, etc.
- Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones.
- Nuevas instalaciones de equipos y edificios.
- Desarrollo de programas de mantenimiento preventivo programado.
- Selección y entrenamiento del personal.

3.2.2.2 Funciones Secundarias

- Asesorar la compra de nuevos equipos.
- Hacer el pedido de herramientas, repuestos y suministros.
- Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros.
- Mantener los equipos de seguridad y además sistemas de protección.
- Llevar la contabilidad e inventario de los equipos.
- Cualquier otro servicio delegado por la administración.

3.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

3.3.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de fallas.

Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

De arreglo, este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provocó la falla.

De reparación, este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla.

Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

3.3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza por la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo el procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.

- Se lleva a cabo siguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Esta destinado a una área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

3.3.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras ésta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y no por producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado.

Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros)

- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado)
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.)

3.3.3 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El TPM tiene como objetivo principal realizar el mantenimiento de los equipos con la participación del personal de producción, dentro de un proceso de mejora continua y una gestión de calidad total. Considera que no existe nadie mejor que el operario para conocer el funcionamiento del equipo que le fuera confiado. El técnico de mantenimiento puede conocer muy bien las especificaciones del equipo y haber estudiado sus partes constitutivas. Pero el operario trabaja y convive diariamente con la maquinaria, y llega a conocerla muy profundamente.

Cuando se implementa este tipo de mantenimiento en una empresa, constituye un complemento a la gestión de calidad total, dado que todo el personal se involucra en esta filosofía participando activamente para mejorar la disponibilidad operacional y el rendimiento del sistema de una manera global. El TPM involucra a todos los sectores de la empresa y tiene como objetivo mejorar la disponibilidad real de los equipos reduciendo las fuentes de pérdidas de productividad. Para su aplicación es requisito adaptar las tareas de mantenimiento, ya que un operario no puede realizar, por ejemplo, una intervención en los circuitos electrónicos, ni de instrumentación y control. Sin embargo, todo lo que constituye el mantenimiento de primer nivel o mantenimiento básico previsto por el constructor sin desmontajes, e incluso el de segundo nivel, tal como reparaciones sencillas y operaciones menores de preventivo con intercambio previsto de elementos estándar, en muchas ocasiones lo realizan mejor los operarios que el propio técnico de mantenimiento, dado que conocen sus máquinas y los síntomas, esta es la filosofía del TPM. Con la implementación de TPM se afrontan 6 fuentes principales de fallos que perjudican la obtención del rendimiento óptimo y pueden agruparse del siguiente modo:

- Los fallos.
- Los ajustes ó calibraciones necesarias luego de los fallos, previo a la puesta en marcha.
- El funcionamiento sin producción (por ejemplo, por falta de materia prima), las pequeñas detenciones sin motivo y la utilización de los equipos a menor potencia.
- Menor ritmo de producción del equipo (utilizar la máquina a menor rendimiento).
- Defectos internos en el proceso ó método de producción.
- Controles periódicos innecesarios.

Por otra parte, es posible definir 5 medidas básicas para eliminar los fallos:

- Satisfacer las condiciones básicas del equipo.
- Respetar las condiciones de utilización especificadas en el manual de operación.
- Remediar las causas de degradación del equipo tomando medidas a tiempo para evitarlo.
- Corregir u optimizar las deficiencias de concepción y/o diseño.
- Mejorar las funciones operativas y de mantenimiento, buscando prevenir errores humanos.

Las 3 etapas a cumplir para la aplicación de un programa TPM serán:

Fase de Preparación: Por medio de una reunión informativa general y la publicación en periódico de la empresa, en esta fase se explica la importancia de su aplicación. También se brinda formación al personal mediante cursos al personal gerencial y supervisión (con el objeto de convencerse de los beneficios) y para el personal de planta (a fin de su implementación).

Fase de Realización: Inicialmente, en esta fase se aplican las estrategias a un equipo piloto, para luego poder extenderlas a un sector piloto de la planta. En

ambos casos se determinan indicadores de rendimiento y disponibilidad operacional.

Fase de Consolidación: Finalmente, se presentan los resultados obtenidos, extendiendo la aplicación de las estrategias que dieron resultados favorables al resto de la planta industrial y se definen objetivos más elevados para continuar en la búsqueda de la mejora continua. Y este proceso no finalizará nunca porque siempre existirán metas mas elevadas y mejoras factibles de implementar.

3.3.4 MANTENIMIENTO CERO HORAS (OVERHAUL)

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva.

Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

3.3.5 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)³

En los últimos tiempos, se ha empezado a hablar del concepto de confiabilidad, en la medida que se comprendió que no era suficiente lograr una alta disponibilidad, sino también disminuir al mínimo la probabilidad de falla de las máquinas críticas durante la fase operativa, es decir lograr conseguir una alta confiabilidad. La no disponibilidad tiene fuerte impacto en la fase operativa y asociados altos costos de no disponibilidad. Las consecuencias de una falla pueden ir dentro del lucro cesante o pérdidas de producción, pasando por las horas hombre improductivas de operaciones, hasta la degradación y rotura de las propias máquinas.

³JÁCOME L., Ingeniería de Mantenimiento, 2008 Págs. 16

Una alta disponibilidad no implica necesariamente una alta confiabilidad, pero una alta confiabilidad si implica una buena disponibilidad y seguridad, en la medida que la maquinaria presenta una baja probabilidad de falla. Para el caso de la maquinaria pesada, la confiabilidad será el producto de la confiabilidad individual de cada sistema que la compone.

Esta estrategia de mantenimiento fue creada con el fin de ayudar a determinar las políticas para mejorar las funciones de los activos fijos y manejar las consecuencias de sus fallas, Por tanto es un método que pone énfasis en los efectos que las fallas originan y en las características técnicas de las mismas.

La meta principal del mantenimiento centrado en la confiabilidad es preservar el estado original de operación, en donde la fiabilidad de los sistemas sea elevada.

Necesariamente la selección del equipo debe considerar las condiciones de trabajo reales a las cuales va a estar expuesto y que la capacidad operacional del mismo sea la adecuada, es decir, que cumpla las funciones para las cuales fue seleccionada.

Este tipo de mantenimiento se caracteriza por:

- Considerar la fiabilidad inherente o propia del equipo / instalación.
- Asegurar la continuidad del desempeño de su función.
- Si se desea aumentar la capacidad, mejorar el rendimiento, incrementar la fiabilidad, mejorar la calidad de la producción, se necesita de un rediseño.
- Hay que tener en cuenta la condición operacional: ¿donde y como se está usando?

El implementar el mantenimiento centrado en la confiabilidad genera un sinnúmero de beneficios, entre los más representativos están una elevada

productividad, motivación del recurso humano, mejora de la seguridad e higiene industrial y mayor control del impacto ambiental.

La filosofía de esta estrategia de mantenimiento va de la mano con la gestión de la calidad total. Son métodos flexibles y que constantemente buscan otorgar a quienes lo aplican un sin fin de oportunidades de mejora en base a los problemas que aparecen día a día.

3.4 HERRAMIENTAS APLICADAS EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Para la ejecución de un programa de mantenimiento preventivo efectivo, se necesita de herramientas estadísticas para el mejoramiento de la calidad, que permiten conocer cuales son las causas fundamentales que provocan los problemas mas graves de la empresa. Así como las herramientas de mantenimiento, que permiten dar soluciones técnicas a cada una de las causas encontradas.

3.4.1 HERRAMIENTAS ESTADISTICAS

3.4.1.1 Diagrama de Pareto o 20-80

3.4.1.1.1 Definición

Es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema, que ayuda a identificar cuáles son los aspectos prioritarios que hay que tratar. También se conoce como Diagrama 20-80, su fundamento parte de considerar que un pequeño porcentaje de las causas, el 20%, producen la mayoría de los efectos, el 80%. Se trataría pues de identificar ese pequeño porcentaje de causas vitales para actuar.

El Principio de Pareto afirma que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto.

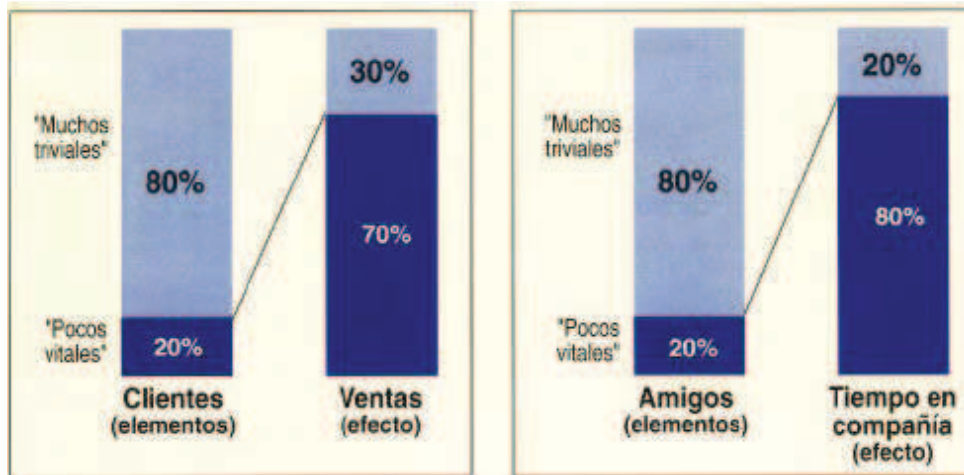


Figura 3.2. Principio de Pareto.⁴

3.4.1.1.2 Características del principio de Pareto

A continuación se comentan una serie de características que ayudan a comprender la naturaleza de la herramienta.

- Priorización, identifica los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.
- Unificación de criterios, enfoca y dirige el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.
- Carácter objetivo, su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.

3.4.1.1.3 Como elaborar diagramas Pareto

A continuación se describe el proceso mediante un diagrama de bloques del proceso de elaboración del diagrama de Pareto.

⁴ www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/diagrama_de_pareto.pdf.

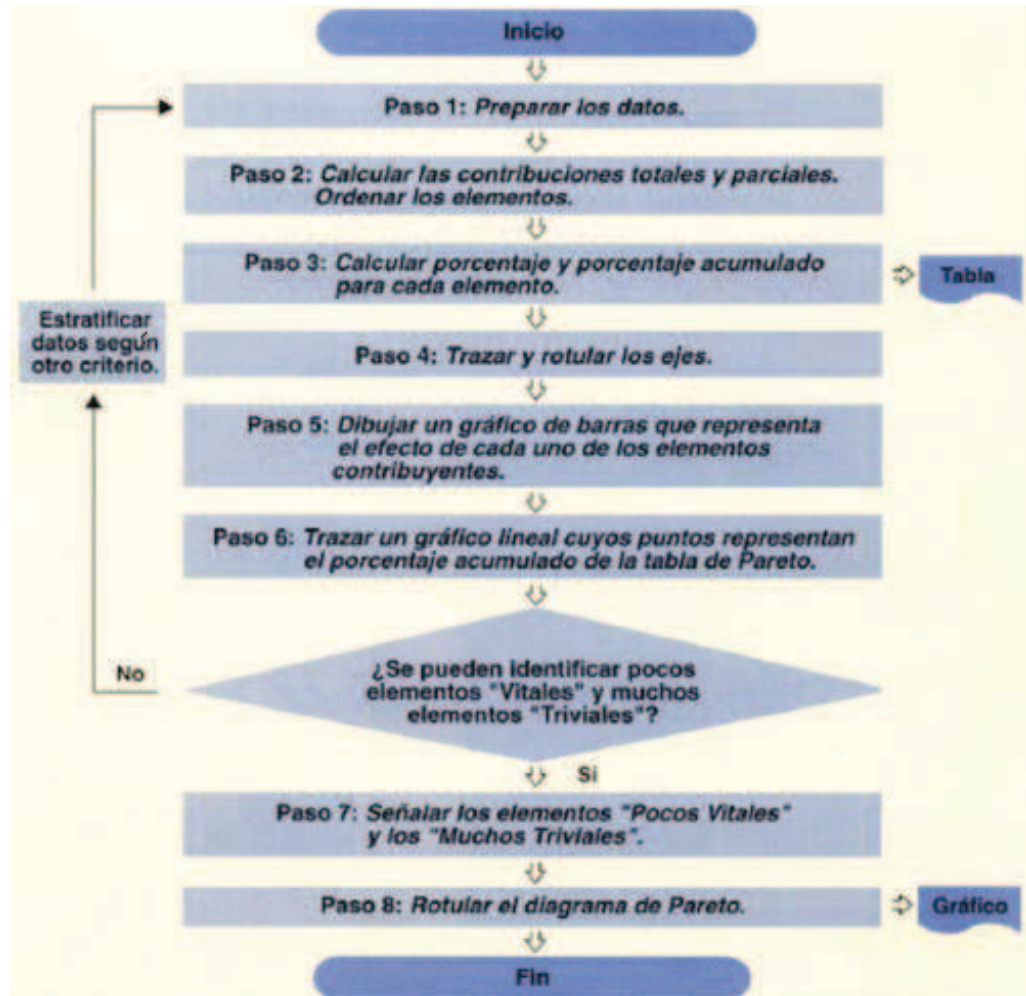


Figura 3.3. Diagrama de bloques del proceso de elaboración de diagrama de Pareto.⁵

Paso 1: Preparación de los datos, como en todas las herramientas de análisis de datos, el primer paso consiste en recoger los datos correctos o asegurarse de que los existentes lo son.

Paso 2: Cálculo de las contribuciones parciales y totales. Ordenación de los elementos o factores incluidos en el análisis, para cada elemento contribuyente sobre el efecto, anotar su magnitud.

⁵ www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/diagrama_de_pareto.pdf.

Ordenar dichos elementos de mayor a menor, según la magnitud de su contribución. Calcular la magnitud total del efecto como suma de las magnitudes parciales de cada uno de los elementos contribuyentes.

Paso 3: Calcular el porcentaje y el porcentaje acumulado, para cada elemento de la lista ordenada. El porcentaje de la contribución de cada elemento se calcula:

$$\% = (\text{magnitud de la contribución} / \text{magnitud del efecto total}) \times 100$$

Paso 4: Trazar y rotular los ejes del Diagrama, el eje vertical izquierdo representa la magnitud del efecto estudiado.

Debe empezar en 0 e ir hasta el valor del efecto total, el eje horizontal contiene los distintos elementos o factores que contribuyen al efecto.

Paso 5: Dibujar un gráfico de barras que representa el efecto de cada uno de los elementos contribuyentes, la altura de cada barra es igual a la contribución de cada elemento tanto medida en magnitud por medio del eje vertical izquierdo, como en porcentaje por medio del eje vertical derecho.

Paso 6: Trazar un gráfico lineal cuyos puntos representan el porcentaje acumulado de la Tabla de Pareto.

Marcar los puntos del gráfico en la intersección de la prolongación del límite derecho de cada barra con la magnitud del porcentaje acumulado correspondiente al elemento representado en dicha barra.

Paso 7: Señalar los elementos pocos vitales y los muchos triviales. Trazar una línea vertical que separa el diagrama en dos partes y sirve para visualizar la frontera entre los pocos vitales y los muchos triviales, se basa en el cambio de inclinación entre los segmentos lineales correspondientes a cada elemento.

Paso 8: Rotular el título del Diagrama de Pareto

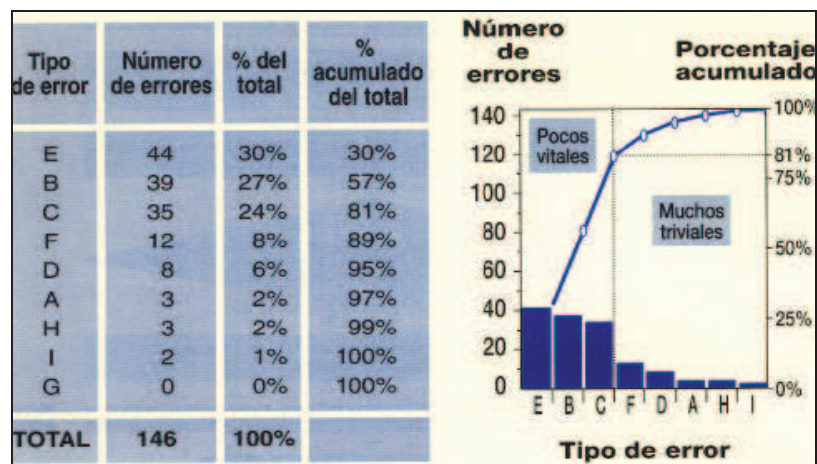


Figura 3.4. Diagrama y tabla de Pareto.⁶

3.4.1.2 Diagrama de causa y efecto

Es una herramienta sistémica para la resolución de problemas que permite apreciar la relación existente entre una característica de calidad (efecto) y los factores (causas) que la afectan, para así poder definir la causa principal de un problema existente en un proceso. Generalmente se lo representa como un espinazo de un pez, de donde toma su nombre alternativo diagrama de espina de pescado, también se lo llama diagrama de Ishikawa quien lo impulsó.

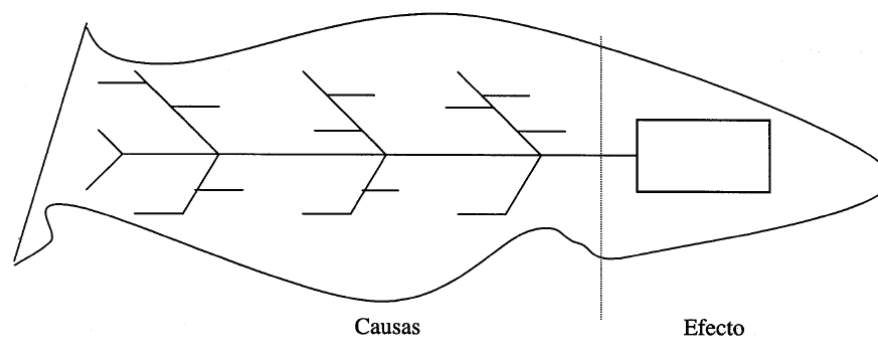


Figura 3.5. Diagrama de causa y efecto.⁷

⁶ www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/diagrama_de_pareto.pdf.

⁷ www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/diagrama_causa_efecto.pdf.

3.4.1.3 Hoja de datos o lista de chequeo

Una lista de chequeo permite recolectar datos, verificando de una manera estructurada el cumplimiento de ciertos requisitos establecidos, ayudando a recordar la lista completa de los mismos.

3.4.1.4 Diagrama de flujo

“El diagrama de flujo del proceso es una representación grafica y detallada de la secuencia de acontecimientos de un proceso o procedimiento e incluye las medidas que puedan considerarse necesarias para el análisis, tales, tales como distancias recorridas, tiempo necesario, esperas, etc., además de las razones que justifican estas medidas. Constituye una herramienta de trabajo de operatividad probada”⁸.

Dos de los valores más importantes del diagrama de flujo del proceso son que la información se presenta de forma condensada y que, a pesar de su brevedad, se muestran en él todos los detalles que pueden ser interesantes. Pasos para confeccionar un diagrama de flujo de proceso:

- Definir bien la actividad que se estudia. Estar bien seguro que se esta tratando de la actividad que se ha escogido para estudiar.
- Escoger bien el sujeto a seguir. Escoger la persona, material o formulario que circula por el procedimiento o proceso que se esté estudiando. Recuerde que se debe seguir a este sujeto y solo a él con todo detalle.
- Escoger un punto de comienzo y un punto final. Con ello se estará seguro de cubrir el terreno que se quiere y no más.
- Escribir una pequeña descripción de cada detalle. Paso a paso, sin importar que sea corta o temporal, debe describirse cada operación, movimiento, almacenamiento e inspección, para no descuidarse detalles, dibujar el diagrama del trabajo tal como se ve acabado.



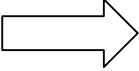



⁸ MORROW, L.C, Manual de Mantenimiento Industrial, Editorial CECSA, 1973 Págs. 116

- Utilizar símbolos. La descripción del detalle determina el símbolo.
Dibujar líneas de conexión entre los símbolos apropiados

3.4.1.4.1 Representación

Aunque hay literalmente docenas de símbolos especializados utilizados para hacer diagramas, para este trabajo de investigación se va a utilizar la simbología de la Norma ASME para elaborar diagramas de flujo.

Tabla 3.1 Representación de símbolos según la norma ASME.

Símbolo	Representa
	Operaciones: fases del proceso, método o procedimiento
	Inspección y medición: representa el hecho de verificar la naturaleza, cantidad y calidad de los insumos o productos
	Transporte: indica el movimiento de personas material o equipo
	Demora: indica retraso en el desarrollo del proceso, método o procedimiento
	Decisión: representa el hecho de efectuar una selección o decidir una alternativa específica de acción
	Almacenamiento: depósito y/o resguardo de información o productos.

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

3.4.1.5 Histograma

Por definición es una gráfica de barras que muestra la distribución de un conjunto de datos, además de conocer la distribución de datos se podrá calcular la probabilidad de un evento. Se lo utiliza cuando se quiere comprender mejor el sistema, específicamente al:

- Hacer seguimiento del desempeño actual del proceso
- Seleccionar el siguiente producto o servicio a mejorar
- Probar y evaluar las revisiones de procesos para mejorar
- Necesitar obtener una revisión rápida de la variabilidad dentro de un proceso.

3.4.1.6 Diagrama de dispersión

Los métodos gráficos tales como el histograma o las gráficas de control tienen como base un conjunto de datos correspondientes a una sola variable, (la característica de calidad de interés), es decir, son datos univariados. Un diagrama de dispersión se usa para estudiar la posible relación entre una variable y otra (datos divariados); También sirve para probar posibles relaciones de causa-efecto; en este sentido no puede probar que una variable causa la otra, pero deja más claro cuando una relación existe y la fuerza de esta relación.

3.4.1.7 Gráficos de control

Es un método gráfico que ayuda a evaluar si un proceso está o no en un estado de control estadístico. Es decir, ver su comportamiento dentro de los límites de especificación. Es muy parecida a las gráficas de línea, la diferencia esencial estriba en que las gráficas de control tienen los denominados límites de control, que determinan el rango de variabilidad estadística aceptable para la variable que se este monitoreando.

3.4.2 HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO

3.4.2.1 Libro de actividades diarias

3.4.2.1.1 Definición⁹

Llamado también, libro de actividades diarias o de mantenimiento (Bitácora), siempre debe estar al alcance del jefe de mantenimiento o las personas que realizan los trabajos de mantenimiento. Aquí se informa o se tiene

⁹JÁCOME L., Ingeniería de Mantenimiento, 2008 Págs. 32

todos los datos necesarios en lo referente a los trabajos rutinarios que realiza el personal de mantenimiento tomando en cuenta los siguientes datos:

Persona responsable, trabajo realizado, fecha, hora de inicio y hora de terminación, síntoma del problema, solución, repuestos o materiales utilizados, observaciones y firma de responsabilidad, esta información se debe procesar a diario por parte de los supervisores para luego pasar informes semanales al jefe de departamento, los mismos que serán analizados minuciosamente con los datos de interés para la Administración de Mantenimiento.

Mes	Día	Hora	Problema	Solución	Condición	Tiempo utilizado en reparar el daño	Repuestos y materiales requeridos	Mano de obra utilizada
Observaciones: Nombre y firma de responsabilidad. (Persona que realiza el trabajo y persona que recepta el trabajo)								

Figura 3.6. Libro de actividades diarias.¹⁰

3.4.2.2 Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)

El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos, es una herramienta de máxima utilidad en el desarrollo del equipo que permite, de una forma sistemática, asegurar que han sido tenidos en cuenta y analizados todos los fallos potencialmente concebibles. Es decir, el AMFE permite identificar las variables significativas del equipo para poder determinar y establecer las acciones correctoras necesarias para la prevención del fallo, o la detección del mismo si éste se produce, evitando que productos defectuosos o inadecuados lleguen al cliente.

El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos es un método dirigido a lograr el aseguramiento de la calidad, que mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como

¹⁰JÁCOME L., Ingeniería de Mantenimiento, 2008 Págs. 32.

de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo.

Los objetivos del AMFE que se quieren alcanzar son los siguientes:

- Introducir en las empresas la filosofía de la prevención
- Identificar los modos de fallo que tienen consecuencias importantes respecto a diferentes criterios: disponibilidad, seguridad, etc.
- Precisar para cada modo de fallo los medios y procedimientos de detección
- Adoptar acciones correctoras y/o preventivas, de forma que se supriman las causas de fallo del equipo.
- Valorar la eficacia de las acciones tomadas y ayudar a documentar el proceso

El proceso de generar una tabla AMFE de un equipo se representa mediante el siguiente diagrama funcional de bloques.

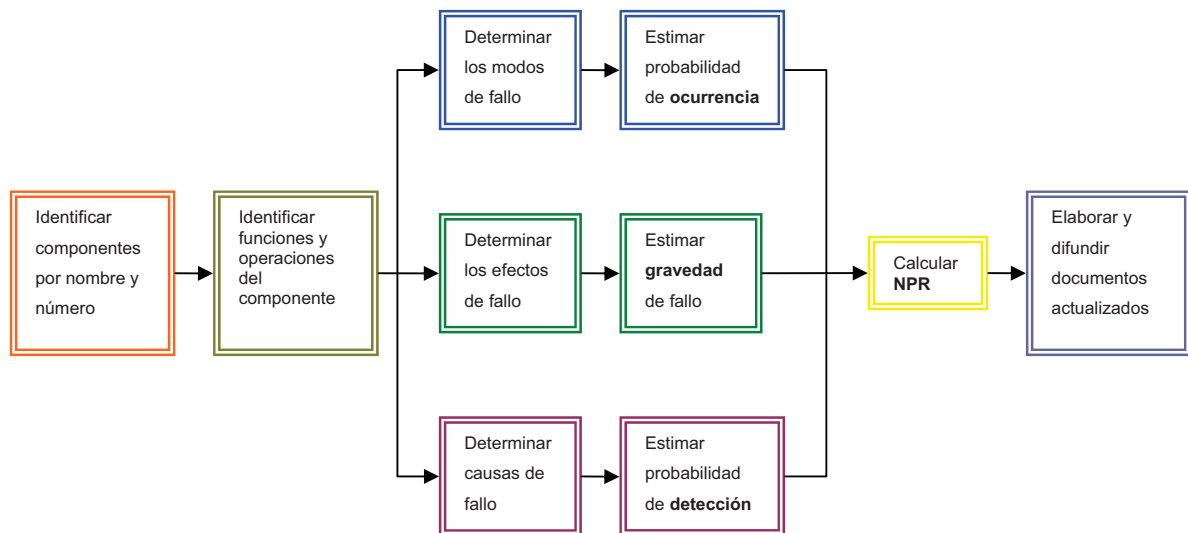


Figura 3.7 Diagrama de bloques para generar una tabla AMFE.

Para poder registrar cada uno de los posibles modos de fallo de un equipo se diseña un formato de tabla AMFE en donde se encuentran registrado: el sistema, el subsistema y el componente analizado.

Para AMFE el cliente-usuario depende de la fase del proceso o del ciclo de vida del producto o servicio en el que se este aplicando el método. Se hace necesario delimitar las fronteras del sistema. Por consecuencia se puede notar que existen clientes-usuarios internos (dentro de cualquiera que sea el proceso) y clientes externos.

3.4.2.2.1 Sistema Analizado

Una vez seleccionado el equipo que va hacer objeto de nuestro estudio se debe registrar su denominación técnica, otra posibilidad es la de registrar la denominación que tiene el personal de mantenimiento para el equipo sin ser necesariamente la denominación técnica, esto con el fin de que el personal de mantenimiento pueda identificar las tablas AMFE que corresponden a cada equipo.

El sistema analizado debe ir acompañado del código designado en el proceso de producción en los diagramas funcionales de bloque.

3.4.2.2.2 Subsistema Analizado

Después de haber clasificado a cada uno de los subsistemas que conforman el equipo analizado se los registra en la tabla AMFE con su correspondiente código asignado según la clasificación que previamente se debe realizar.

3.4.2.2.3 Componente analizado

Se debe incluir en el análisis los componentes que forman parte de un subsistema, utilizando una codificación en base a la utilizada para el subsistema al cual pertenece, se recomienda la utilización de códigos numéricos, para evitar posibles confusiones o complicaciones para el manejo de las tablas AMFE

3.4.2.2.4 *Definición de función*

La función principal de un equipo en la mayoría de los casos, esta definida por el nombre del mismo, por ejemplo para un compresor de aire, su nombre define claramente cual es su función primordial y está claramente comprendido para que fue adquirido.

La estructura de una función para un equipo debe estar constituida por un verbo y un objeto. No es suficiente que el equipo cumpla con la función principal sino que la debe cumplirla con un nivel aceptable de funcionamiento. Entonces se puede definir a la función como:

“La función consta de un verbo, un objeto y el estándar de funcionamiento deseado por el usuario.”¹¹

Todos los equipos tienen más de una función, por lo general tienen varias, el papel del mantenimiento es asegurar que el equipo continúe realizando cada una de éstas.

3.4.2.2.5 *Estándares de funcionamiento*

El objetivo del mantenimiento es que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que haga. La magnitud de aquello que los usuarios quieren que el activo haga puede definirse a través de un estándar mínimo de funcionamiento.

Si se pudiera construir un activo físico capaz de rendir según este funcionamiento mínimo sin deteriorarse en ningún modo, ese sería el fin de la cuestión. La máquina trabajaría sin necesidad de mantenimiento.

Entonces si el deterioro es inevitable, debe ser tolerable eso significa que cuando cualquier activo físico es puesto en marcha debe ser capaz de rendir más que el estándar mínimo de funcionamiento deseado por el usuario.

¹¹ JOHN MOUBRAY, *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad*, Buenos Aires, 2004 Pag. 23

Lo que el activo físico es capaz de rendir es conocido como capacidad inicial.

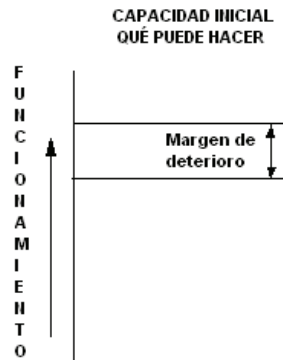


Figura 3.8. Margen de deterioro.¹²

3.4.2.2.6 Funciones primaria

Las funciones primarias son generalmente fáciles de reconocer. De hecho el nombre de la mayoría de los activos físicos industriales se basa en su función primaria. Por ejemplo la función primaria de una máquina empaquetadora es la de empaquetar objetos, y la de una trituradora es la de triturar.

3.4.2.2.7 Funciones secundarias

Todos los activos físicos cumplen con más de una función, a las adicionales se conocen como secundarias. Éstas se dividen en siete categorías entre las que se tienen:

- Ecológica - integridad ambiental
- Seguridad - integridad estructural
- Control, contención, confort
- Apariencia.
- Protección.
- Eficiencia - Economía.
- Funciones superfluas

¹² JOHN MOUBRAY, Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, Buenos Aires, 2004 Pag. 24.

Ecológica: La importancia de tener un equipo que brinde un cuidado hacia el medio ambiente es fundamental para que cumpla con los estándares y regulaciones que rigen a nivel internacional, nacional, regional, municipal o hasta institucional. Además de satisfacer al consumidor final que cada vez más le preocupa la protección del planeta.

Seguridad: Todos los operarios de cualquier tipo de máquina deben trabajar con un equipo que les brinde las garantías para su integridad física, aún más si existe peligro de muerte por lo que se necesita de un equipo con un diseño capaz de cumplir con los requerimientos de seguridad.

Control: Los operadores del equipo no solo necesitan que la máquina cumpla con los estándares de funcionamiento, sino que necesitan que cumpla con una diversidad de variaciones. Para esto se requiere de un equipo que permita visualizar los cambios de funcionamiento en tiempo real.

Contención: Para los equipos para almacenar cosas, su función primaria es la de contener cualquier tipo de material. Aquí se consideran elementos que transfieren fluidos como cañerías, bombas, cintas transportadoras, tolvas, silos y sistemas hidráulicos y neumáticos.

Confort: Su definición se puede considerar como la ausencia de ansiedad, molestia o incomodidad. Su función es esperar que los equipos no produzcan ningún efecto que se menciono anteriormente. Su ausencia provoca la pérdida de motivación de cada uno de los operarios.

Apariencia: Una buena apariencia debe ser el complemento de un funcionamiento adecuado, ya que no es prioridad tener un equipo que decore la planta sino que cumpla con la actividad para la que fue adquirido.

Protección: A mayor complejidad de los equipos de última generación aparecieron nuevos y diferentes modos de falla, también aumentó la severidad de las consecuencias de estas fallas, por lo que ahora se disponen de muchos y más variados dispositivos de protección automáticos. La mayoría de estos dispositivos pueden trabajar de cinco maneras diferentes:

- Alertando al operador en caso de un funcionamiento anormal. Esto lo hace mediante señales luminosas o sonoras, y que se manifiestan

de diferente tipo dependiendo del efecto de la falla. Estos efectos se monitorean con diferente tipo de sensores.

- Apagando el equipo cuando se producen fallas graves que pueden afectar a la integridad del personal o del mismo.
- Eliminando o minimizando las condiciones de funcionamiento anormal que tienen como consecuencia la falla del equipo y que podrían tener una consecuencia de mayor gravedad.
- Reemplazando a la función que haya fallado esto se realiza con cualquier clase de equipo sustituto.
- Previendo la aparición de situaciones peligrosas.

Eficiencia: Cualquiera que use un equipo de la clase que sea, tiene recursos financieros finitos. Esto los lleva a poner un límite a lo que están preparados a gastar en su operación y mantenimiento.

Cuánto están preparados a gastar está determinado por una combinación de los siguientes factores:

- La cantidad de sus recursos financieros actuales.
- Cuanto quieren lo que sea que el equipo haga por ellos.
- La disponibilidad y el costo de las formas alternativas de alcanzar el mismo fin.

Funciones superfluas: Este tipo de funciones aparecen cuando el equipo ha sido modificado, frecuentemente a lo largo del tiempo, o cuando el equipo fue sobreespecificado.

3.4.2.2.8 *Falla funcional del subsistema.*

Se tiene que definir primeramente que se considera una falla:

“Se define falla como la incapacidad de cualquier activo físico de hacer aquello que sus usuarios quieren que haga”¹³

¹³ JOHN MOUBRAY, Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, Buenos Aires, 2004 Cap III pag 49

Esta definición no es la adecuada para poder definir claramente entre el estado de falla o falla funcional y los eventos que causan el estado de falla o los modos de falla por lo que se busca una definición que entre la información requerida. Ahora se definirá una falla funcional:

“Una falla funcional se define como la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario”¹⁴

La definición abarca dos situaciones, una que cubre la pérdida total de la función y en la que se considera la pérdida parcial donde, el equipo funciona pero se encuentra fuera de los límites permitidos en los estándares de funcionamiento.

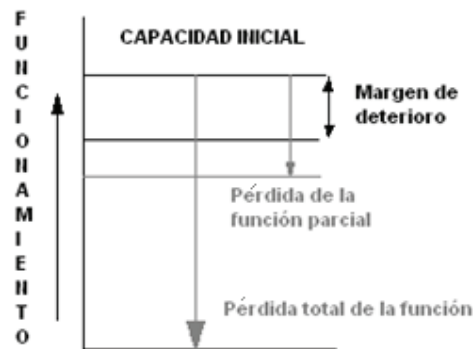


Figura 3.9. Pérdida parcial y total de la función.¹⁵

3.4.2.2.9 Análisis de los modos de falla del subsistema.

Podría ser definido como un suceso que tiene la capacidad de causar una falla funcional de un equipo o un sistema, como también de un proceso. Cada una de las tareas o las actividades de mantenimiento giran entorno a los modos de falla a continuación se enlista algunas de las actividades del departamento de mantenimiento:

¹⁴ JOHN MOUBRAY, Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, Buenos Aires, 2004 Cap III pag49

¹⁵ JOHN MOUBRAY, Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, Buenos Aires, 2004 Pag. 23.

- Las órdenes de trabajo o pedidos de trabajo.
- El plan de mantenimiento diario.
- El personal de mantenimiento de una empresa se reúnen casi todos los días para tratar acerca de lo que ha venido fallando, que las causó, quien es responsable, que se esta haciendo para reparar el problema, y a veces que puede hacerse para prevenir estos problemas.
- Registro de historia técnica de los activos físicos.

3.4.2.2.8 Efectos del modo de falla.

Normalmente es el síntoma detectado por el usuario del modo de fallo, es decir si ocurre el fallo potencial como lo percibe el usuario, 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 proceso.

Cuando se analiza una parte o componente se tendrá también en cuenta la repercusión en todo el sistema, lo que ofrecerá una descripción más clara del efecto. Si un modo de fallo tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirá el más grave.

Entre los efectos típicos de fallo podrían citarse los siguientes:

- Diseño: ruido, acabado basto, inoperante, olor desagradable, inestable, etc.
- Proceso: no puede sujetar, no puede alinearse, no puede perforar, no se puede montar, etc.

3.4.2.2.9 Fuentes de información acerca de los modos y efectos de falla.¹⁶

Al considerar donde obtener la información necesaria para armar un AMFE (Análisis de Modos y Efectos de las Fallas) completo, se debe recordar ser proactivo. Esto significa que debe darse tanto énfasis a lo que podría ocurrir como a

¹⁶ JOHN MOUBRAY, Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, Buenos Aires, 2004 Pag. 81.

lo que ha ocurrido. Las fuentes de información más frecuentes se describen en los párrafos siguientes:

- El fabricante o proveedor del equipo
- Listas genéricas de modos de falla
- Otros usuarios de la misma maquinaria
- Registros de antecedentes técnicos
- Las personas que operan y mantienen el equipo

3.4.2.2.10 Causas de fallo.

En este punto se analiza todas las causas potenciales atribuibles a cada modo de fallo. La causa potencial se define como un indicio de una debilidad del diseño o proceso. Las causas relacionadas deben ser lo más concisas y completas posibles, de modo que las acciones correctivas y/o preventivas puedan ser orientadas hacia las causas pertinentes. Entre las causas típicas de fallo podrían citarse las siguientes:

- En diseño: porosidad, uso de material incorrecto, sobrecarga, etc.
- En proceso: daño de manipulación, utillaje incorrecto, sujeción, amarre, etc.

3.4.2.2.11 Índice de gravedad o severidad (S).

Este índice está íntimamente relacionado con los efectos del modo de fallo, el índice de gravedad valora el nivel de las consecuencias sentidas por el cliente. Esta clasificación está basada únicamente en los efectos del fallo.

El valor del índice crece en función de:

- La insatisfacción del cliente.
- La degradación de las prestaciones. La rapidez de aparición de la avería.
- El coste de la reparación.

El índice de gravedad o también llamado de severidad es independiente de la frecuencia y de la detección. Para utilizar unos criterios comunes en la empresa

se utiliza una tabla de clasificación de la severidad de cada efecto de fallo, de forma que se clasifique la asignación de valores de S.

En cada empresa se debe contar con unas tablas similares adaptadas al producto, servicio, diseño o proceso concreto para el que se vaya a utilizar. En la siguiente tabla se muestra un ejemplo en que se relacionan los efectos del fallo con el índice de severidad.

Tabla 3.2 Clasificación según gravedad o severidad de fallo.

Gravedad	Criterio	Valor
Ínfima.	El tipo de fallo es de pequeña importancia, no se espera un efecto real sobre el rendimiento del sistema. El defecto sería imperceptible por el usuario	1
Baja.	El tipo de fallo produce un deterioro de rendimiento del equipo dentro del margen de deterioro. El cliente nota el fallo y le produce cierto enojo	2-3
Moderada.	El tipo de fallo provoca un rendimiento fuera del margen de deterioro del sistema. El fallo produce disgusto e insatisfacción el cliente	4-5
Elevada.	El tipo de fallo puede ser crítico y el sistema puede quedar inutilizado. El fallo es crítico, originando un alto grado de insatisfacción en el cliente	6-8
Muy elevada.	El tipo de fallo potencial es muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto/o proceso además el fallo implica problemas de seguridad o de no conformidad con los reglamentos en vigor	9-10

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

3.4.2.2.12 Índice de probabilidad de ocurrencia o frecuencia (O).

Ocurrencia se define como la probabilidad de que una causa específica se produzca y dé lugar al modo de fallo. El índice de la ocurrencia representa más bien un valor intuitivo más que un dato estadístico matemático, a no ser que se

dispongan de datos históricos de fiabilidad o se haya modelizado y previsto éstos. En este punto se asigna un valor de probabilidad de ocurrencia de la causa específica.

Este índice de frecuencia está íntimamente relacionado con la causa de fallo, y consiste en calcular la probabilidad de ocurrencia en una escala del 1 al 10, como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 3.3 Clasificación según la probabilidad de ocurrencia.

Ocurrencia	Criterio	Valor
Muy baja probabilidad	Defecto inexistente en el pasado.	1
Baja probabilidad	Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente	4-5
Alta	El fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado	6-8
Muy alta	Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	9-10

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

3.4.2.2.13 Índice de detectabilidad (D).

Mediante el análisis del índice de detectabilidad se puede indicar la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, que se presume que aparecerá en el futuro, llegue al cliente. Se está definiendo la "no detección", para que el índice de prioridad crezca de forma análoga al resto de índices a medida que aumenta el riesgo.

Tras lo dicho se puede deducir que este índice está íntimamente relacionado con los controles de detección actuales y la causa. A continuación se muestra un ejemplo de tabla que relaciona la probabilidad de que el defecto alcance al cliente y el índice de no detección.

Tabla 3.4 Clasificación según la probabilidad de detectabilidad del modo fallo.

Detección	Criterio	Valor
Muy alta probabilidad	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta probabilidad	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría raramente escapar a algún control primario, pero sería posteriormente detectado	2-3
Mediana Probabilidad	El defecto es una característica de fácil detección	4-6
Escasa probabilidad	El defecto es de naturaleza tal, que su detección es relativamente improbable mediante los procedimientos convencionales de control y ensayo	7-8
Improbable	El defecto con mucha probabilidad llegará al cliente, por ser muy difícil de detectar	9-10

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

3.4.2.2.14 Número de prioridad de riesgo (NPR).

El Número de Prioridad de Riesgo (NPR) es el producto de la probabilidad de ocurrencia, la gravedad, y la probabilidad de no detección, y debe ser calculado para todas las causas de fallo. El NPR es usado con el fin de priorizar la causa potencial del fallo para posibles acciones correctoras. También es denominado IPR (índice de prioridad de riesgo).

En el criterio de clasificación del número de prioridad de riesgo se considera dos grupos, los que tienen un valor igual o mayor a 100 y los inferiores a 100. Un índice de prioridad de riesgo inferior a 100 no requiere ninguna intervención o la aplicación de alguna acción correctiva. Mientras que para el caso contrario es recomendable la aplicación de una acción correctiva previamente diseñada acorde a la causa del fallo, esta acción correctiva tiene un posterior análisis para comprobar la efectividad de ésta.

3.4.2.2.15 Acción correctiva.

En este paso se incluye una descripción breve de la acción correctiva recomendada. Para las acciones correctivas es conveniente determinarlas mediante los siguientes criterios:

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

Es conveniente considerar aquellos casos cuyo índice de gravedad sea alto, aunque la valoración de la frecuencia sea subjetiva y el NPR menor de 100 o menor del valor considerado como límite.

En general resulta más económico reducir la probabilidad de ocurrencia de fallo (si se encuentra la manera de conseguirlo) que dedicar recursos a la detección de fallos

3.4.2.2.16 Determinación de responsabilidades y plazos.

En este punto se indicarán los responsables de las diferentes acciones propuestas y, si se cree preciso, las fechas previstas de implantación de las mismas.

3.4.2.2.17 Determinación del nuevo número de prioridad de riesgo.

Como consecuencia de las acciones correctoras implantadas, los valores de la probabilidad de ocurrencia (O), la gravedad (S), y/o la probabilidad de no detección (D) habrán disminuido, reduciéndose, por tanto, el Número de Prioridad de Riesgo. Los nuevos valores de S, O, y D se reflejarán en el NPR

Si a pesar de la implantación de las acciones correctoras, no se cumplen los objetivos definidos en algunos Modos de Fallo, es necesario investigar, proponer el implantar nuevas acciones correctivas, hasta conseguir que el NPR sea menor que el definido en los objetivos. Una vez conseguido que los NPR de

todos los modos de fallo estén por debajo del valor establecido, se da por concluido el AMFE.

3.4.2.2.18 Implementación del AMFE.

Como requisito previo necesario para implantar el AMFE en una empresa hay que contar con el apoyo de gerencia. Conseguir el apoyo de la gerencia es muy importante.

Las etapas para la implantación sistemática del AMFE en la empresa son las que se describen en el siguiente diagrama de bloques.

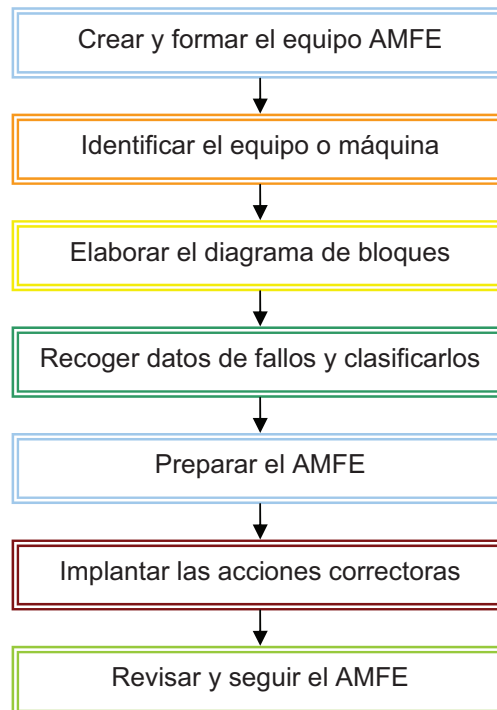


Figura 3.10. Proceso de implementación del AMFE.

Crear y formar el equipo AMFE: Los miembros del grupo deben formarse específicamente en el método AMFE y también en las técnicas de análisis y solución de problemas. La práctica más usual es formar un grupo base como máximo de 6 personas, de las áreas de Ingeniería, Métodos, Producción y Calidad para que luego éstas sean capaces de formar a los miembros que se incorporen a los grupos de AMFE. Hay que explicar a todos los miembros del

equipo lo que es el AMFE, diagramas de flujo o de bloques funcionales, las técnicas estadísticas que se van a emplear.

Identificar el equipo: El grupo base se ocupa de identificar sobre qué producto y/o proceso se va a aplicar el AMFE y quién va a ser el responsable de dirigirlo y realizarlo. Cuando se quiera utilizar el AMFE sobre un proceso o producto y no se tenga claro sobre cual hacerlo, una buena técnica a utilizar puede ser la tormenta de ideas, seguido de una labor de priorización de las oportunidades de mejora que surjan.

Elaborar el Diagrama de Flujo y/o diagramas de Bloques funcionales: Para los AMFE de proceso se preparan diagramas de flujo. Para los AMFE de diseño se estudia el diagrama de bloques funcionales del conjunto final y el proceso de diseño. El diagrama de flujo es como una fotografía del proceso. Es la representación esquemática y cronológica de las operaciones que componen la elaboración del producto. Además, sirve para tomar como punto de partida la documentación del proceso: gamas de control, puntos críticos. Para su realización se utilizan una serie de símbolos con su significado correspondiente. El diagrama de bloques funcionales representa de forma esquemática las partes que componen un sistema y sus relaciones físicas o funcionales. Conviene simplificarlo cuando el producto a estudiar sea muy complejo, para que los integrantes del equipo puedan comprenderlo sin problemas.

Recoger datos de fallos y clasificarlos: Para la realización del AMFE es necesario dirigir al grupo hacia la identificación de los problemas potenciales de calidad del producto o del proceso, de una forma estructurada.

Para ello, antes de comenzar el análisis exhaustivo del producto o del proceso, es necesario que el responsable del AMFE disponga de toda la información relevante del equipo implicado.

Preparar el AMFE: El grupo de AMFE, mediante una o varias reuniones y haciendo uso de la documentación aportada por el responsable del AMFE, de sus

conocimientos y de las técnicas de análisis y solución de problemas más adecuadas en cada caso, comienza la aplicación del AMFE al equipo designado.

Para ello, completa en primer lugar el encabezamiento del formato AMFE con los datos correspondientes (producto, proceso, especificación, fecha, etc.). En definitiva establecer el formato utilizado para la tabla AMFE.

Implantar las acciones correctoras: El responsable de implantar cada una de las acciones correctoras propuestas es el encargado de planificar y asegurar su realización práctica. Si es preciso efectúa los ajustes o las modificaciones oportunas, con objeto de optimizar el resultado.

Revisar y seguir el AMFE: Una vez implantadas las acciones correctoras, con objeto de mejorar los Números de Prioridad del Riesgo en los modos de fallos seleccionados, el equipo AMFE se debe reunir con los responsables de la implantación, para evaluar los resultados. El responsable de la implantación de cada una de las acciones correctoras propuestas informa al grupo sobre cuáles han sido implantadas y cuándo, así como de los resultados obtenidos en la evaluación de las acciones tomadas. Con estos datos, el equipo AMFE comienza a redefinir la probabilidad de ocurrencia, la gravedad y la probabilidad de no detección de aquellos modos de fallo sobre los que se hayan tomado acciones correctoras, con objeto de calcular el nuevo

Si con los nuevos NPR se cumplen los objetivos definidos en el AMFE para el equipo afectado, el AMFE puede ser dado por concluido.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que el AMFE es un proceso dinámico y requiere revisiones periódicas, con objeto de tenerlo siempre actualizado. Especialmente, es conveniente en los siguientes casos:

- Cuando se realicen modificaciones que afecten al equipo estudiado.
- Cuando se encuentren nuevas aplicaciones para el equipo actual.
- Cuando existan reclamaciones importantes por parte de los clientes.
- Cuando corresponda por la periodicidad establecida.
- Cuando interese realizar mejoras sobre el equipo estudiado.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

4.1 MANTENIMIENTO EN LA INDUSTRIA

La modernización y el aumento de la competitividad de la industria, trae consigo que ésta deba realizar procesos cada día más eficaces, que aumente a la máxima cantidad posible la calidad reduciendo los costos, en un tiempo de elaboración de los productos cada vez más cortos. Lo más importante para una empresa es la satisfacción al cliente y para esto es prioridad indispensable fabricar un producto de calidad, hoy en día vivimos en un mundo competitivo y globalizado las empresas que no se adapten a cambios y mejoras continuas serán víctimas de un desenlace inevitable. Por esta razón la importancia de crear una serie de cambios estructurales donde se mejore la filosofía, política, organización y procedimientos, de aquí se enfatiza en uno de los factores cruciales en estos cambios y es el mantenimiento en la industria.

Uno de los acontecimientos que produce paradas no deseadas y retardos en la producción son las averías y fallas. Es por ello que es realmente necesaria la aplicación de un mantenimiento eficiente acorde con las posibilidades monetarias, lo cual asegura mediante la reducción de fallas una producción continua, larga vida útil de los equipos, disminución de accidentes laborales; traduciéndose esto en mejoras en los dividendos económicos.

Un buen mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión deben conocer la problemática, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar consientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las diferentes labores .

4.2 BENEFICIOS DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Uno de los beneficios obtenidos por el mantenimiento es que se cuenta con instalaciones en óptimas condiciones en todo momento, para asegurar una disponibilidad total del sistema en todo su rango de performance, lo cual esta basado en la carencia de errores y fallas.

Ahorro de dinero para la empresa al planificar y organizar un mantenimiento metódico reduciendo de esta forma los costos por averías, los factores de costo que se consideran son: mano de obra, costo por materiales, repuestos, piezas nuevas, energía, combustible, pérdidas por la no producción. Inevitablemente todo equipo, maquinaria, instrumento, edificación se deteriora con el tiempo pero con un programa de mantenimiento la vida útil de éstos será mucho mayor evitando de esta forma el reemplazo por maquinaria nueva. Con una maquinaria trabajando a su máxima capacidad y el personal debidamente capacitado y un óptimo desempeño del sistema de producción tendremos como resultado un producto de gran calidad que se reflejara en mayores ventas para la empresa y por ende abundantes ganancias. Se garantizara la salud e integridad física de todo el personal de la empresa desarrollando sistemas de salud y seguridad ocupacional.

4.3 PLAN ESTRATEGICO DE MANTENIMIENTO

Es sumamente importante conocer cual es la verdadera realidad de la empresa Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. por ello se debe realizar un análisis y diagnóstico del área a intervenir en este caso en concreto es el área de mantenimiento, por el simple hecho de que si se conoce sus problemas, debilidades y aplicamos una correcta gestión de mantenimiento, esto traería consigo una cantidad de soluciones a múltiples problemas. La participación de todos aquellos que intervienen directa o indirectamente es vital comenzando desde los empresarios, gerentes, ingenieros, técnicos, operarios, mecánicos, electricistas, etc., debiendo todos los participantes desarrollar su máxima capacidad y empeño para que el sistema alcance su objetivo deseado. En la

empresa Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda. no existe un plan de mantenimiento, por ello la necesidad de dar los pasos previos y después del análisis tener una visión mas amplia de los problemas de la empresa.

Los puntos que se nombra a continuación fortalecerán los sistemas administrativos y gestión de mantenimiento.

4.3.1 SITUACION ACTUAL DEL AREA DE MANTENIMIENO

Para conocer la realidad del estado actual del área de mantenimiento se realizó un estudio para identificar la causa de los problemas que dificultan la operación de los equipos y normal desempeño del personal de mantenimiento. Identificados los problemas se tomarán medidas correctivas y estrategias de mejora y se tendrá la suficiente información para el desarrollo del programa. El análisis consideró cinco aspectos fundamentales y de intervención directa con las tareas de mantenimiento, a continuación se considera los puntos más relevantes.

4.3.1.1 Organización

El área de mantenimiento no cuenta con una correcta estructura organizativa lo que genera una serie de problemas que ocasionan desorganización que afecta directamente a la producción de la empresa. Al carecer de un rumbo definido el área de mantenimiento presenta las siguientes dificultades.

- No existe registro de actividades que se realiza.
- No existen organigramas bien definidos.
- No existe una eficiente planificación para los trabajos.
- No se establecen metas
- Falta de políticas y estrategias de mejoramiento
- No hay manejo de presupuesto

Una deficiente organización provoca pérdida de información valiosa del pasado y no permite registrar información en el presente lo que ocasiona pérdidas de tiempo y dinero al momento de requerir ciertos datos.

4.3.1.2 Maquinaria

Por falta de políticas que determinen el correcto archivamiento de datos y por las múltiples administraciones que ha tenido Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda. la mayoría de las máquinas no cuentan con sus respectivos manuales. Las dificultades de la maquinaria se muestran en los siguientes puntos.

- No existe información técnica de la maquinaria.
- Se realiza demasiado mantenimiento correctivo.
- El personal de mantenimiento pone poca atención a los equipos.
- Manipulación sin previo entrenamiento.

4.3.1.3 Seguridad

La seguridad e integridad física del personal de mantenimiento está muy alto en la escala de importancia, a pesar de esto no se cumplen las normas mínimas para la prevención de accidentes y otros inconvenientes que se nombra en la siguiente lista.

- Señalización nula
- Desorden en el lugar de trabajo.
- Almacenamiento inadecuado de repuestos y materiales.
- Falta de implementos de seguridad para los trabajadores.

4.3.1.4 Mano de obra

Se ha notado que existe algunas deficiencias en el personal que conforma el área de mantenimiento, no se cuenta con nociones básicas de gestión de mantenimiento y seguridad industrial, a continuación se presenta los problemas :

- Desconocimiento de técnicas de mantenimiento
- Falta de motivación e incentivos.
- Falta de organización sobre responsabilidades y. tareas
- Falta de solidaridad y compañerismo.
- Falta de capacitación.

4.3.1.5 Materiales y repuestos

Por falta de políticas y de recopilación de datos, el área de mantenimiento no cuenta con un listado de materiales, repuestos y peor aún con un stock de estos elementos, con lo que la empresa pierde tiempo y dinero en caso de avería de una máquina y el repuesto sea muy complicado de conseguirlo, a continuación se listaran los problemas:

- No existe control de herramientas.
- Herramientas insuficientes para las tareas de mantenimiento.
- Falta de presupuesto para reponer herramientas.
- Improvisación de materiales.
- Control deficiente de repuestos.

4.4 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

4.4.1 SELECCIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA OLYMPIC JUICE OLYJUICE CIA. LTDA.

De antemano se escogió el programa de mantenimiento a ser aplicado y esté es el preventivo, tomando en cuenta la realidad de la empresa y del país, a continuación se nombraran algunos factores que intervienen en la selección del mantenimiento.

4.4.1.1 Disponibilidad de los equipos

Es fundamental esta característica más que todo en las temporadas de alta producción, por lo que se quiere que el equipo no sufra ninguna falla, valorando de una buena manera al tipo de mantenimiento que garantice una buena disponibilidad.

4.4.1.2 Carga de trabajo

Va de acuerdo a la intensidad de trabajo a la que esta sometido el equipo en un período determinado de tiempo, la producción y el mercado de Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda. va incrementando paulatinamente ,por lo que se necesita

un buen rendimiento en los equipos ,calificando al tipo de mantenimiento que garantice un servicio óptimo en el período de alta producción .

4.4.1.3 Presupuesto de la empresa

Debido a la falta de concientización que tienen las empresas respecto a una gestión de mantenimiento, políticas, no existe un presupuesto real para realizar tareas de mantenimiento, por lo tanto se escogerá de mejor manera a los tipos de mantenimiento que no representen una alta inversión.

4.4.2 GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

4.4.2.1 Gestión

Un programa de mantenimiento nunca tendrá éxito sin la debida cooperación de la gerencia, departamento de producción, departamento de mantenimiento, es decir la gestión de mantenimiento implica la correcta planificación y administración de las diferentes interfaces que componen este sistema, a continuación se muestra ciertos lineamientos de la gestión de mantenimiento en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Gestión del mantenimiento

Gestión de Mantenimiento	
Planificación del mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Programación • Ejecución
Administración del mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos • Información • Tareas • Personal • Herramientas • Máquinas

Fuente: DOUNCE, Enrique, La productividad en el mantenimiento industrial.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

Los principios y conceptos fundamentales que se encuentra sustentada la teoría de la gestión de mantenimiento, está basada en la teoría de mantenimiento preventivo, asegurando su correcto funcionamiento, controlando aspectos internos que puedan originar fallas en el programa.

4.4.2.2 Planificación

La planificación es muy importante en la administración de mantenimiento, permitiendo identificar y analizar las situaciones que se presentan al momento de los trabajos para en base a ellos elaborar los cronogramas generales donde se indican los procedimientos a ser seguidos, para resolver de una mejor manera tales problemas.

Es indispensable la colaboración de las diferentes áreas que conforman una empresa, coordinando tiempos en la ejecución, personal que realizará las tareas, recursos necesarios para dicha planificación.

4.4.2.2.1 Programación del mantenimiento

Para la programación de las actividades de mantenimiento se comienza por el análisis técnico de cada equipo que integran las diferentes áreas de la empresa, es decir, mediante el conocimiento técnico y el historial se consideran factores como:

- Definir políticas y metas del área de mantenimiento.
- Desarrollar un plan estratégico.
- Fijar objetivos.
- Tiempo de vida
- Establecer problemas crónicos.
- Estimar carga de trabajo
- Disponibilidad del equipo.
- Manejo de equipo.

Tomando como referencia estos puntos se puede elaborar una lista de actividades con sus respectivas periodicidades y de acuerdo a esto se podrá catalizar recursos, tanto económicos como humanos.

4.4.2.2.2 *Ejecución de las tareas de mantenimiento*

Se basa en el cumplimiento de las tareas programadas que se realizan en los equipos y del respectivo registro, creado para el control de los mismos, tratando de cumplir con los siguientes puntos:

- Garantizar el uso necesario de los recursos, evitando excesos o faltas.
- Garantizar el cumplimiento de las actividades en forma lógica y sin restricciones de naturaleza técnica, operacional, o administrativa.
- Especificar las actividades diarias que cada equipo necesita.
- Dar seguimiento a todas las etapas comprendidas en el mantenimiento.
- Verificar si las actividades previstas y las tareas a ser ejecutadas se desarrollaron satisfactoriamente.
- Compatibilizar las necesidades del mantenimiento con las características de los equipos de acuerdo a los procedimientos de mantenimiento y los recursos disponibles.

4.4.3 PLANIFICACIÓN GENERAL

Lo que se busca es tratar de dotar a la empresa, de un sistema que le permita detectar y corregir el origen de las posibles fallas técnicas y no reparar las consecuencias de las mismas una vez que éstas se han producido.

Para el desarrollo de un sistema de mantenimiento se necesita una serie de pasos previos donde incluyen las estrategias a seguir, recursos humanos, y recursos materiales.

4.4.3.1 Estrategias para el desarrollo del programa de mantenimiento

Es indispensable realizar un cronograma de actividades en función del tiempo requerido para dichos trabajos y que deben ser controlados permanentemente el avance de los mismos, la estrategia a seguir comienza realizando las siguientes actividades:

- Libro de control diario o bitácora
- Inventario de máquinas
- Codificación de máquinas

Analizando minuciosamente ésta información se tendrá una idea clara del estado de los equipos o máquinas, de esta forma se aplicará un sistema de mantenimiento acorde a la capacidad de los recursos existentes.

4.4.3.2 Recursos humanos para el desarrollo del programa de mantenimiento.

Todos los recursos empleados en el mantenimiento y especialmente el recurso humano deben ser optimizados para evitar ineficiencias, de esta forma se obtiene el máximo provecho de cada una de las personas que componen el área de mantenimiento.

Para la implementación de un programa de mantenimiento es necesario que se tome en cuenta los siguientes aspectos.

- Capacidad técnica de los participantes
- Número de participantes.
- Tiempo disponible de participantes.
- Facilidad para realizar los trabajos requeridos.
- Compromiso hacia la empresa por mejorarla.
- Predisposición para realizar los trabajos.
- Personal entusiasta y perseverante.
- Participantes dispuestos a trabajar en equipo
- Participantes sin prejuicios.

No es nada fácil encontrar en la empresa el personal adecuado para realizar los trabajos de implementación de un programa de mantenimiento, pero hay diversas formas de transformar al personal en un elemento humano que esté acorde con las necesidades del programa, la capacitación y charlas para el personal son formas adecuadas para incentivar la potencialidad de la gente

Hay que tomar en cuenta que los cursos de capacitación, las charlas, los entrenamientos, no deben ser considerados como gasto sino como una inversión ya que a mediano o a largo plazo se observarán los resultados, medidos en ganancias para la empresa por la mayor producción de la misma.

La mejor forma de conocer las capacidades técnicas, conocimientos, del personal de mantenimiento es una evaluación, de ésta manera se palpará la realidad en que se encuentra la gente que conforma el personal de mantenimiento.

4.4.3.3 Recursos materiales para el desarrollo del programa de mantenimiento

El ahorro en una empresa es un factor indispensable para el crecimiento de la misma, por eso la necesidad de optimizar recurso material y de esta forma no exista desperdicios. El maltrato, desorden y descuido que se le da a la herramienta básica produce pérdida y deterioro de la misma, causando que el personal de mantenimiento improvise con herramientas que no son las adecuadas para el trabajo y pérdidas para la empresa por la reposición repetida de la herramienta. Por esta razón la necesidad de crear una serie de requerimientos que permitan un manejo óptimo de las herramientas que se nombra a continuación:

- Inventario de la herramienta.
- Reglamentos para utilización de la herramienta.
- Normas
- Correcto almacenamiento.
- Responsabilidad sobre la herramienta.

Otro aspecto importante son los repuestos, es conveniente que la empresa faculte al área de mantenimiento para adquirir un número mínimo de repuestos y almacenarlos para las diferentes máquinas de alta prioridad o tener alianzas estratégicas con los proveedores para no asumir el costo de bodegaje, de esta forma se ganará tiempo al momento de una avería especialmente en las máquinas que sus repuestos son relativamente difícil de obtenerlos.

4.4.4 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La administración de la gestión del mantenimiento ofrece un sistema para coordinar las diversas actividades y garantiza el correcto manejo de la información, documentación, tareas, personal, máquinas y herramientas que están relacionados con todos los procesos de producción de una empresa, para esto se comenzará con una serie de procedimientos que se observa a continuación.

4.4.4.1 Recopilación de información

4.4.4.1.1 Libro de actividades diarios

Llamado también bitácora, es importante para el análisis de cada una de las máquinas que se les realizará un mantenimiento preventivo, este libro siempre debe estar al alcance del jefe de mantenimiento y las personas que realizan el trabajo de mantenimiento.

La bitácora son informes de actividades diarias de los trabajos realizados en las máquinas por el personal de mantenimiento, dónde consta una serie de parámetros muy importantes que permiten conocer el comportamiento de averías de las máquinas, generando mediante un exhaustivo análisis soluciones para las dificultades que suelen tener los equipos al momento de trabajar. Muchos factores pueden ser los responsables de la pérdida de eficiencia de las máquinas, tales factores deben ser estudiados y atacados para recuperar el verdadero potencial de la producción. El libro de informes de actividades diarias permite conocer las máquinas y equipos que más han dado problema en un determinado intervalo de tiempo, para posteriormente enfocar todos los esfuerzos en eliminar estas fallas.

4.4.4.1.2 *Formato utilizado para el libro de actividades diarias o bitácora*

En el libro de actividades diarias o libro de bitácora consta información de gran importancia para el encargado del área de mantenimiento, en éste se registra los trabajos rutinarios que realiza el personal de mantenimiento, en las áreas de producción y centro de energía. En el libro de bitácora consta información estratégica como:

- Máquina a la que se realiza el trabajo
- Fecha
- Hora de inicio del trabajo
- Hora de final del trabajo
- Falla
- Diagnóstico
- Trabajo realizado
- Repuestos requeridos para el trabajo
- Condiciones de la máquina después de el trabajo realizado
- Observaciones
- Firma de la persona responsable
- Registrado por

4.4.4.1.3 Aplicación del libro de actividades diarias

Tabla 4.2 Extracto del libro de control de actividades diarias (VER ANEXO 3).

OLIMPYC JUICE ORANGINE											
LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)											HOJA # 1
Máquina	Fecha	Hora inicio	Hora Final	Falla	Diagnóstico	Trabajo Realizado	Repuestos Requeridos para trabajo	Condición de la máquina	Observaciones	Persona responsable del trabajo	Registrado por
Crown (Llenadora)	15/09/2008	07:00	08:00	Pistón de apertura neumática de válvulas ajustado	Cambiar pistón por uno nuevo	Embocinado de pistón	Electrodos E-7018 de acero inoxidable	Regular	Se debe cambiar el pistón (nuevo)	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown (Lavadora)	15/09/2009	19:00	21:00	El buje tipo pasador se rompe (se descalibró)	Cambiar el buje tipo pasador y calibrar.	Cambio y calibración de buje	Bocín y electrodos E-6011	Buena	Arreglar los brazos de entrada	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Noll (Llenadora)	16/09/2009	09:00	11:30	Guías de botellas dañadas (Fuga de jarabe)	Cambiar guías de bronce por guías de acero inoxidable nuevas	Enderezado y nivelado de guías torcidas	Ninguno	Mala	No se paró la máquina. Se debe cambiar las guías de bronce por guías de acero inoxidable.	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown Termo-encojible (Entrada de botellas)	16/09/2009	11:30	13:00	Las botellas se caen	Cadena torcida	Reemplazo de cadena	Cadena	Buena	Cambiar chumaceras del otro tramo	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown (Lavadora)	17/09/2009	13:00	15:00	Parada del equipo	Caja reductora dañada	Cambio de rodamientos, corona y retenedores	Cuatro rodamientos, dos retenedores y la corona.	Buena	Se debe revisar el nivel de aceite.	Byron Gordón	Pilca - Velásquez

OLIMPYC JUICE ORANGINE

LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)

HOJA # 2

<i>Máquina</i>	<i>Fecha</i>	<i>Hora inicio</i>	<i>Hora Final</i>	<i>Falla</i>	<i>Diagnóstico</i>	<i>Trabajo Realizado</i>	<i>Repuestos Requeridos para trabajo</i>	<i>Condición de la máquina</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Persona responsable del trabajo</i>	<i>Registrado por</i>
Generador	18/09/2009	14:00	18:00	Baterías se descargan	Problema en el alternador y motor de arranque	Desmontaje del motor de arranque y alternador, para realizar el arreglo fuera de la planta	Ninguno	Buena	Revisar periódicamente que no haya descarga de batería	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Compresor de tornillo (Compair)	19/09/2009	13:30	16:00	El aire ingresa con un caudal inferior al regulado.	Mal funcionamiento del regulador	Calibración del regulador de aire	Ninguno	Buena	Ninguna	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Fajilladora 1/4	20/09/2008	10:30	12:00	Parada del equipo	Contactor quemado	Cambio de contactor	Contactor	Buena	Comprar contactores de calidad	Byron Gordón – Danilo Minga	Pilca - Velásquez
Compresor de tornillo (Compair)	21/09/2009	19:00	21:00	Existe contactos entre los tornillos	Cojinetes desgastados	Cambio de cojinetes	Juego de cojinetes	Buena	Determinar el período de cambio del cojinetes	Byron Gordón – Danilo Minga	Pilca - Velásquez
Caldero (Bomba de Combustible)	22/09/2009	08:00	10:00	Parada de la bomba	Chavetero dañado	Rellenado de suelda	Electrodo E-7018	Regular	Ninguna	Luis Valladares	Pilca - Velásquez
Crown (lavadora)	23/09/2009	11:30	13:00	Cadena a punto de romperse	Eslabón roto	Cambio de eslabón	Eslabón	Buena	Ninguna	Luis Valladares	Pilca - Velásquez
Cisterna de tratamiento	29/09/2009	13:00	15:00	Problema con el tubo de succión	Aislamiento de la rosca	Cambio de neplo por uno nuevo	Neplo 15 cm. 2 pul	Buena	Ninguna	Byron Gordón	Pilca - Velásquez

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

4.4.4.1.4 Sistema de codificación de equipos

Para alcanzar una estructura organizada en la aplicación de trabajos correspondientes a mantenimiento se ha planteado la codificación de equipos, basándose en el formato que se muestra a continuación.

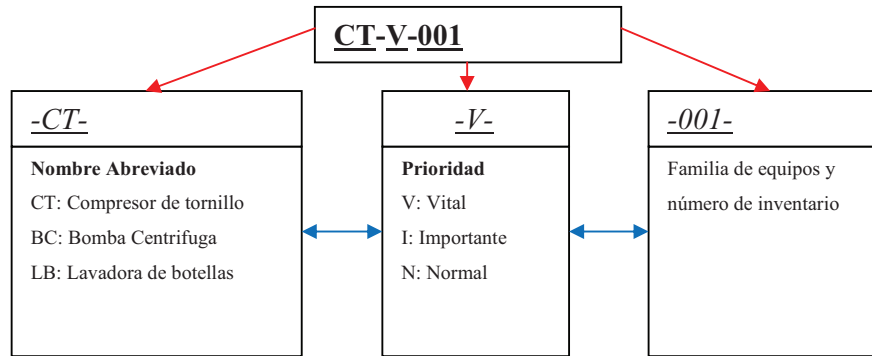


Figura 4.1. Codificación de equipos

En la codificación de los equipos se consideraron dos factores, nombre del equipo, y familia a la que pertenece, definiendo así el siguiente formato.

CT-V-001

CT: Compresor de tornillo

V: Equipo Vital Familia 001(Centro de Energía)

La codificación se realizó de acuerdo a varios criterios, uno de ellos es la familia de equipos, esto ayudará a la correcta identificación de los equipos, teniendo en cuenta su prioridad.

Tabla 4.3 Familia de equipos

FAMILIA	EQUIPO
000	Centro de energía
100	Área de producción
200	Taller

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

Tabla 4.4 Clasificación de criterio para calificar la maquinaria

CALIFICACIÓN	CRITERIO
Vital	Su ausencia provoca paralización casi total de la producción, y conlleva a grandes pérdidas y gran disminución de la productividad
Importante	Su ausencia provoca paralización parcial y disminución de la productividad
Normal	El impacto de su inactividad es leve, y también puede fácilmente ser reemplazada por otra máquina similar.

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca –Velásquez

Tabla 4.5 Ejemplo de formato de Registro de Equipos (**VER ANEXO 4**)

ITEM	MÁQUINA	MARCA	CODIGO	CARACTERISTICAS
1	Compresor	COMPAIR	CT-V-001	De tornillo 53 Kw
2	Compresor	INGERSOLLRAND	CT-V-002	De tornillo 15 HP
3	Compresor	INGERSOLLRAND	CP-V-003	De tornillo de 30 HP
4	Compresor	INGERSOLLRAND	CP-V-004	Pistón
5	Compresor	INGERSOLLRAND	CP-V-005	Pistón
6	Deshumificador	ZEKS	DH-V-006	1,5 HP
7	Caldero	DISTRAL	CL-I-007	50 BHP
8	Motor-Generador	CUMMINS	GR-N-008	450 Kw
9	Transformador	BROLLO	TF-V-009	Vprim 220 D
10	Lavadora	CROWN	LV-N-101	Botellas de vidrio
11	Fajilladora	SN	FJ-I -102	Botellas de 250 y 500 cm3
12	Fajilladora	NARITA	FJ-I -103	Botellas de 3125 y 1500 cm3
13	Llenadora	CROWN	LN-I-104	40 DISPENSADORES
14	Llenadora	NOLL	LN-I-105	70 DISPENSADORES

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca –Velásquez

4.4.4.1.5 *Datos técnicos del equipo*

Es complementario realizar una tarjeta del equipo después de la codificación, donde se detalle información básica y fundamental de la máquina que servirá para optimizar y facilitar futuros trabajos de mantenimiento.

Los datos a tabularse deben contener las características originales de cada equipo y la información operativa del mismo, con la finalidad de tener a la mano antecedentes confiables de todas las máquinas que tiene la empresa Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda. y consultarlos cuando la situación lo amerite, a continuación se muestra el formato en la figura 4.2.


		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				PAGINA:	
						FECHA:	
						CODIGO:	
Ficha Técnica del Equipo							
Nombre del equipo:		Código del equipo:					
Fabricante:		Proveedor:					
Marca:		Serie:					
Modelo:		Año:					
Ubicación:		Sección:					
Estado del Equipo:							
Nuevo <input type="checkbox"/>		Usado <input type="checkbox"/>		Reconstruido <input type="checkbox"/>			
Fuente de Alimentación:							
Electricidad <input type="checkbox"/>		Aire <input type="checkbox"/>		Combustible <input type="checkbox"/>		Agua <input type="checkbox"/>	
Detalles Técnicos							
Voltaje:		Frecuencia:		Potencia:			
Amperaje:		RPM:		Fase:		FOTO	
Equipos Eléctricos que lo conforman							
Equipo	Marca	Serie	Modelo	Voltaje(V)	Potencia(hp)	RPM	Corriente(A)
Otros Equipos que lo Conforman							
Equipo	Marca	Serie	Modelo	Voltaje(V)	Potencia(hp)	RPM	Corriente(A)

Figura 4.2. Ejemplo de ficha técnica de registro de equipo

Incentivando la organización y optimizando tiempo, se generara mayor producción y jugosas ganancias para la empresa. En el **ANEXO 5** se muestra un ejemplo de una ficha de registro del equipo

4.4.4.1.6 *Lay-out de las instalaciones*

Un esquema que especifique el lugar donde se encuentra los diferentes equipos y máquinas ayudaran de gran manera a la hora de necesitarlos, facilitando especialmente a las personas que no conocen la empresa o al

personal que no este ligado al área de mantenimiento. En el **ANEXO 6** se muestra el plano de las instalaciones con la localización de los equipos.

4.4.4.2 Diagnóstico del mantenimiento en Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

4.4.4.2.1 Situación actual

Tomando como base el análisis de la situación actual de la empresa se determinó que:

- La empresa no cuenta con un programa de mantenimiento, donde la desorganización es evidente y trae consecuencias que se reflejan en costos para la empresa.
- No existe una planificación bien definida para los trabajos de mantenimiento, cualquier tarea se la realiza cuando la máquina ya dejó de funcionar.
- Es muy complicado realizar un buen mantenimiento de las máquinas sino se cuenta con el manual de operaciones o el manual de mantenimiento, en este caso solo se puede confiar en la experiencia y conocimientos del personal de mantenimiento.
- Los trabajos realizados por el personal de mantenimiento son inadecuados, por que no cuentan con los equipos de protección básica causando diversos tipos de lesiones y enfermedades.
- El desorden en el área de trabajo y la falta de limpieza pueden ocasionar un accidente de trabajo llegando a veces a consecuencias fatales.
- El recurso humano en la empresa es eficiente, pero se podría aprovechar todo el potencial con cursos de capacitación, charlas de motivación etc.
- En cualquier empresa el tiempo es dinero y más aún en una empresa de fabricación de bebidas refrescantes, tomando en cuenta que una máquina vital esta averiada y no exista el repuesto o material necesario en stock, es perjudicial para la economía de la empresa.
- Debido a la falta de conocimientos a profundidad de la administración de mantenimiento no se puede alcanzar el máximo provecho de las máquinas y personal.

- Es necesario e indispensable un ente coordinador, organizador, y regulador del área de mantenimiento ,que tenga conocimientos sólidos, en gestión e implementación de programas de mantenimiento

4.4.4.2.2 *Problemática*

Generalmente es muy complicado hallar los problemas que aquejan a una industria cualquiera, pero con el método de Dounce el problema y la solución se hallará de una forma rápida y sencilla.

4.4.4.3 **Metodología de solución**

Análisis de problemas de Dounce es un método utilizado en el mantenimiento industrial para la productividad.

Este análisis tiene 3 herramientas:

- Lluvia de ideas
- Diagrama causa - efecto
- Principio de Wilfredo Pareto

4.4.4.3.1 *Lluvia de ideas*

Lluvia de ideas es aquella técnica la cual consiste en exponer nuevas ideas y buscar soluciones creativas para un problema, donde la conversación es espontánea y los participantes deben tener conocimiento del problema, aunque cada uno de ellos tenga opiniones diferentes, siendo ese el objetivo principal. El clima de participación y motivación generado por la "Lluvia de ideas" asegura mayor calidad en las decisiones tomadas por el grupo, más compromiso con la actividad y un sentimiento de responsabilidad compartido por todos. Con la colaboración del personal de mantenimiento de Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. se recopilaron varias ideas de los probables problemas que tiene la empresa, tomando en cuenta todo lo propuesto, sin descartar nada de lo que aporten los participantes sin primero analizar, para luego seleccionar las mejores ideas.

Situación actual del departamento de mantenimiento

- El mantenimiento se lo realiza de una forma empírica y no técnicamente como se lo debería hacer gestionando y administrando.

Situación deseada del departamento de mantenimiento

- Orden
- Menos mantenimiento de paro por averías,
- Personal capacitado.
- Mayores incentivos
- Ambiente limpio de trabajo.
- Aumento de la calidad del producto.
- Sin accidentes de trabajo.
- Nada que improvisar.
- Todo planificado.

4.4.4.3.2 Diagrama causa efecto

Los Diagramas Causa-Efecto ayudan a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un suceso o problema, y no solamente en las más obvias o simples. Además, son idóneos para motivar el análisis y la discusión grupal, de manera que cada equipo de trabajo pueda ampliar su comprensión del problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y organizar planes de acción.

El Diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente Diagrama de “Ishikawa” porque fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas interesado en mejorar el control de la calidad; también es llamado “Diagrama Espina de Pescado” por que su forma es similar al esqueleto de un pez: Está compuesto por un recuadro (cabeza), una línea principal (columna vertebral), y 4 o más líneas que apuntan a la línea principal formando un ángulo aproximado de 70° (espinas principales). Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas inclinadas (espinas), y así sucesivamente (espinas menores), según sea necesario.

A continuación se muestra el diagrama de causa efecto de los probables problemas que presenta la empresa, enfocando los problemas al área de interés.

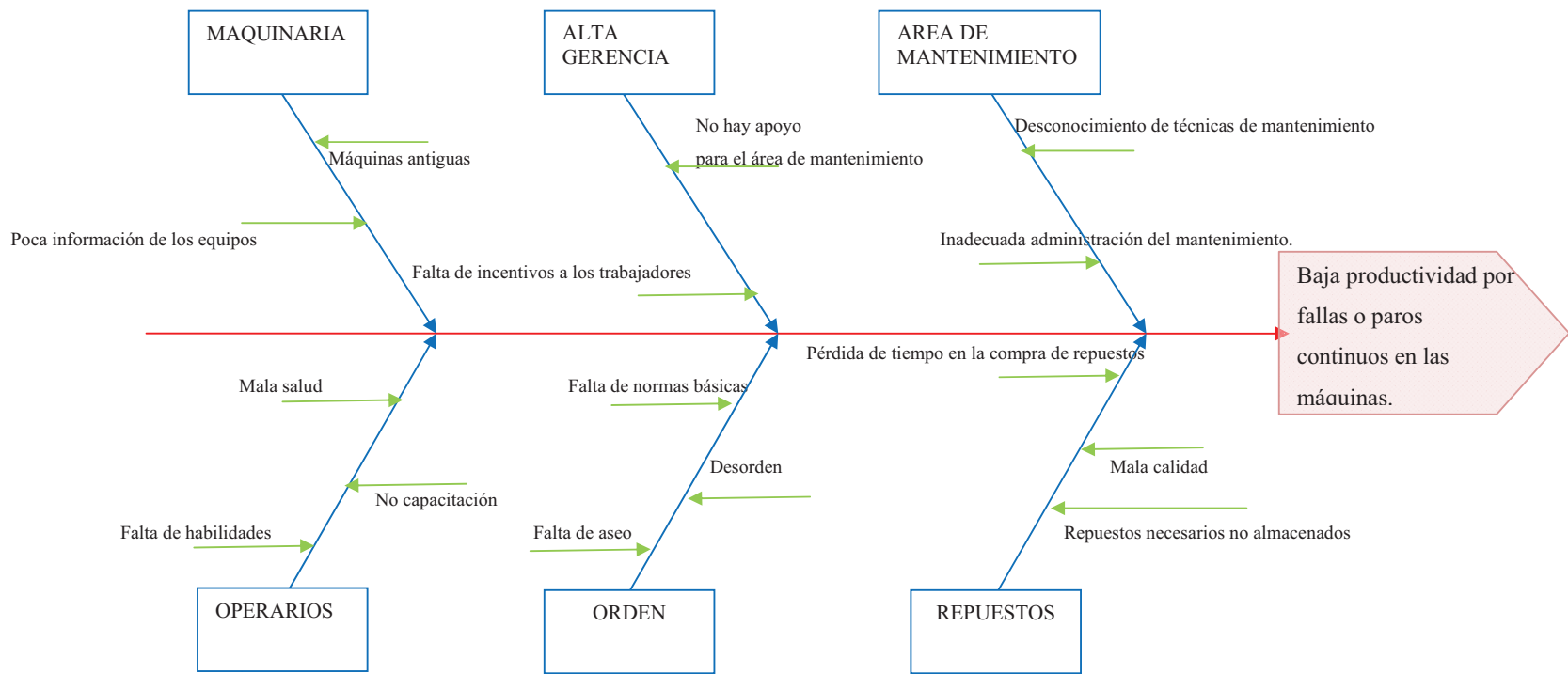


Figura 4.3. Diagrama Causa-Efecto

4.4.4.3.3 *Aplicación de la técnica de Pareto.*

Pareto enuncia que el 80 % de las consecuencias es causado por el 20 % de los datos y que el 20 % restante de las incidencias es representado por el 80 % de los datos, lo que demuestra que atacando pocas causas se podrá solucionar la mayoría de los problemas de la empresa.

4.4.4.3.4 *Construcción del diagrama de Pareto.*

Una vez obtenidos los datos proporcionados por el personal del departamento de mantenimiento de la empresa, y registrados en el libro de actividades diarias se procede a cuantificar el número de fallas, durante el período de permanencia.

Es de gran importancia codificar cada una de las máquinas para facilitar el manejo de la información obtenida, debido a que es poco práctico utilizar el nombre técnico o la denominación que el personal de mantenimiento o de producción utiliza para identificar a la máquina, otra de las razones y la razón principal es el manejo de nombres extensos al momento de realizar el análisis de Pareto.

La codificación ya se lo realizó anteriormente y se la puede observar en el **ANEXO 4.**

Se realiza una cuantificación parcial del número de fallas en un período quincenal de cada una de las máquinas, empezando por la segunda quincena del mes de septiembre, de ésta manera se facilita el proceso de encontrar el número de fallas totales durante los cuatro meses.

Tabla 4.6 Cuantificación del número de fallas totales por máquina.

Código	Máquina	Septiembre	Octubre		Noviembre		Diciembre		Ene-09	Total de número de fallas
		2 Quincena	1 Quincena	2 Quincena	1 Quincena	2 Quincena	1 Quincena	2 Quincena	1 Quincena	
LN-I-104	Crown (Llenadora)	1	0	0	0	0	0	0	0	1
LV-N-101	Crown (Lavadora)	3	2	2	0	0	1	0	1	9
LN-I-104	Noll (Llenadora)	1	1	0	0	0	0	0	0	2
TR-I-110	Termoencojible Crown	1	0	0	0	0	0	0	0	1
GR-N-008	Generador	1	0	0	0	0	0	0	0	1
CT-V-001	Compresor de tornillo (Compair)	2	6	1	1	0	1	0	0	11
FJ-I -102	Fajilladora 1/4	1	1	2	0	1	1	1	0	7
CL-I-007	Caldero	2	5	2	0	0	0	0	0	9
CI-N-181	Cisterna de tratamiento	1	0	0	0	0	0	0	0	1
CS-I-107	Noll (Capsuladora)	1	4	1	0	2	0	0	0	8
BC-N-132	Crown (Bomba de jarabe)	0	2	0	1	0	0	0	0	3
RG-N-182	Noll (Regulador de gas)	0	1	0	0	0	0	0	0	1
CA-I-183	Compresor de amoniaco	0	1	0	0	0	0	0	0	1
CT-V-002	Compresor (pistón 15 HP)	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Tabla 4.6 (continuación)

Código	Máquina	Septiembre	Octubre		Noviembre		Diciembre		Ene-09	Total de número de fallas
		2 Quincena	1 Quincena	2 Quincena	1 Quincena	2 Quincena	1 Quincena	2 Quincena	1 Quincena	
MC-I-184	Montacargas	0	1	0	0	0	0	0	0	1
TA-N-185	Tanque Agua mineral	0	1	0	0	0	0	0	0	1
MZ-I-186	Noll (Mezclador)	0	0	1	0	0	0	0	0	1
GA-I-191	Noll (Guía de entrada llenadora)	0	0	1	0	0	0	0	0	1
MZ-I-187	Crown (Mezclador premix)	0	0	2	0	0	0	0	0	2
TR-I-110	Termoencojible 1/4	0	0	1	0	0	0	0	0	1
CP-V-003	Compresor Tornillo de 30hp	0	0	1	0	0	0	0	0	1
TA-N-188	Sala de jarabes, (Tanque de agitación)	0	0	0	3	0	0	0	0	3
FJ-I -103	Noll (Fajilladora)	0	0	0	0	0	1	0	0	1
BC-N-134	Noll y Crown (Bomba mescladora)	0	0	0	0	1	0	0	0	1
BC-N-125	Noll (Bomba de vacío)	0	0	0	0	0	1	0	0	1
TP-N-189	Tanque de preparación de jarabe	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

A continuación se resume la tabla 4.2, donde consta el código de cada máquina y el número total de fallas por máquina.

Tabla 4.7 Resumen de la tabla 4.6

Código	Máquina	Total
LN-I-104	Crown (Llenadora)	1
LV-N-101	Crown (Lavadora)	9
LN-I-104	Noll (Llenadora)	2
TR-I-110	Termoencojible Crown	1
GR-N-008	Generador	1
CT-V-001	Compresor de tornillo (Compair)	11
FJ-I -102	Fajilladora 1/4	7
CL-I-007	Caldero	9
CI-N-181	Cisterna de tratamiento	1
CS-I-107	Noll (Capsuladora)	8
BC-N-132	Crown (Bomba de jarabe)	3
RG-N-182	Noll (Regulador de gas)	1
CA-I-183	Compresor de amoniacó	1
CT-V-002	Compresor (pistón 15 HP)	1
MC-I-184	Montacargas	1
TA-N-185	Tanque Agua mineral	1
MZ-I-186	Noll (Mezclador)	1
GA-I-191	Noll (Guía de entrada llenadora)	1
MZ-I-187	Crown (Mezclador premix)	2
TR-I-110	Termoencojible1/4	1
CP-V-003	Compresor Tornillo de 30hp	1
TA-N-188	Sala de jarabes, (Tanque de agitación)	3
FJ-I -103	Noll (Fajilladora)	1
BC-N-134	Noll y Crown (Bomba mezcladora)	1
BC-N-125	Noll (Bomba de vacío)	1
TP-N-189	Tanque de preparación de jarabe	1
Suma Total		71

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

Seguidamente se realiza un ordenamiento descendente del total del número de fallas por máquina, desde la máquina del mayor número de fallas hasta el de menor número de fallas durante el período de seguimiento.

Tabla 4.8 Ordenamiento descendente del número de fallas.

Código	Máquina	Total
CT-V-001	Compresor de tornillo (Compair)	11
LV-N-101	Crown (Lavadora)	9
CL-I-007	Caldero	9
CS-I-107	Noll (Capsuladora)	8
FJ-I -102	Fajilladora 1/4	7
BC-N-132	Crown (Bomba de jarabe)	3
TA-N-188	Sala de jarabes, (Tanque de agitación)	3
LN-I-104	Noll (Llenadora)	2
MZ-I-187	Crown (Mezclador premix)	2
LN-I-104	Crown (Llenadora)	1
TR-I-110	Termoencojible Crown	1
GR-N-008	Generador	1
CI-N-181	Cisterna de tratamiento	1
RG-N-182	Noll (Regulador de gas)	1
CA-I-183	Compresor de amoniaco	1
CT-V-002	Compresor (pistón 15 HP)	1
MC-I-184	Montacargas	1
TA-N-185	Tanque Agua mineral	1
MZ-I-186	Noll (Mezclador)	1
GA-I-191	Noll (Guía de entrada llenadora)	1
TR-I-110	Termoencojible1/4	1
CP-V-003	Compresor Tornillo de 30hp	1
FJ-I -103	Noll (Fajilladora)	1
BC-N-134	Noll y Crown (Bomba mezcladora)	1
BC-N-125	Noll (Bomba de vacío)	1
TP-N-189	Tanque de preparación de jarabe	1
Suma Total		71

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

Se calcula el número de fallas acumulado mediante sumas parciales de las diferentes aportaciones de cada una de las máquinas, para posteriormente calcular el porcentaje y el porcentaje acumulado, para cada elemento de la lista ordenada. El porcentaje de la contribución de cada elemento se calcula:

$$\% = (\text{magnitud de la contribución} / \text{magnitud del efecto total}) \times 100$$

Tabla 4.9 Número de fallas acumuladas y porcentaje total acumulado.

Máquina	Total de fallas	Número de fallas acumulado	% del Total	% Total del acumulado
CT-V-001	11	11	15,49	15,49
LV-N-101	9	20	12,68	28,17
CL-I-007	9	29	12,68	40,85
CS-I-107	8	37	11,27	52,11
FJ-I -102	7	44	9,86	61,97
BC-N-132	3	47	4,23	66,20
TA-N-188	3	50	4,23	70,42
LN-I-104	2	52	2,82	73,24
MZ-I-187	2	54	2,82	76,06
LN-I-104	1	55	1,41	77,46
TR-I-110	1	56	1,41	78,87
GR-N-008	1	57	1,41	80,28
CI-N-181	1	58	1,41	81,69
RG-N-182	1	59	1,41	83,10
CA-I-183	1	60	1,41	84,51
CT-V-002	1	61	1,41	85,92
MC-I-184	1	62	1,41	87,32
TA-N-185	1	63	1,41	88,73
MZ-I-186	1	64	1,41	90,14
GA-I-191	1	65	1,41	91,55
TR-I-110	1	66	1,41	92,96
CP-V-003	1	67	1,41	94,37
FJ-I-103	1	68	1,41	95,77
BC-N-134	1	69	1,41	97,18
BC-N-125	1	70	1,41	98,59
TP-N-189	1	71	1,41	100,00
	71	-	100,00	-

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

Para construir el diagrama de Pareto se debe trazar y rotular los ejes del diagrama, el eje vertical izquierdo representa la magnitud del efecto estudiado (número de fallas por máquina). Debe empezar en cero e ir hasta el valor del efecto total, el eje horizontal contiene los distintos elementos o factores que contribuyen al efecto. Dibujar un gráfico de barras que representa el efecto de cada uno de los elementos contribuyentes, la altura de cada barra es igual a la contribución de cada elemento tanto medida en magnitud por medio del eje vertical izquierdo, como en porcentaje por medio del eje vertical derecho.

Señalar los elementos pocos vitales y los muchos triviales. Trazar una línea vertical que separa el diagrama en dos partes y sirve para visualizar la frontera entre los pocos vitales y los muchos triviales, basándonos en el cambio de inclinación entre los segmentos lineales correspondientes a cada elemento

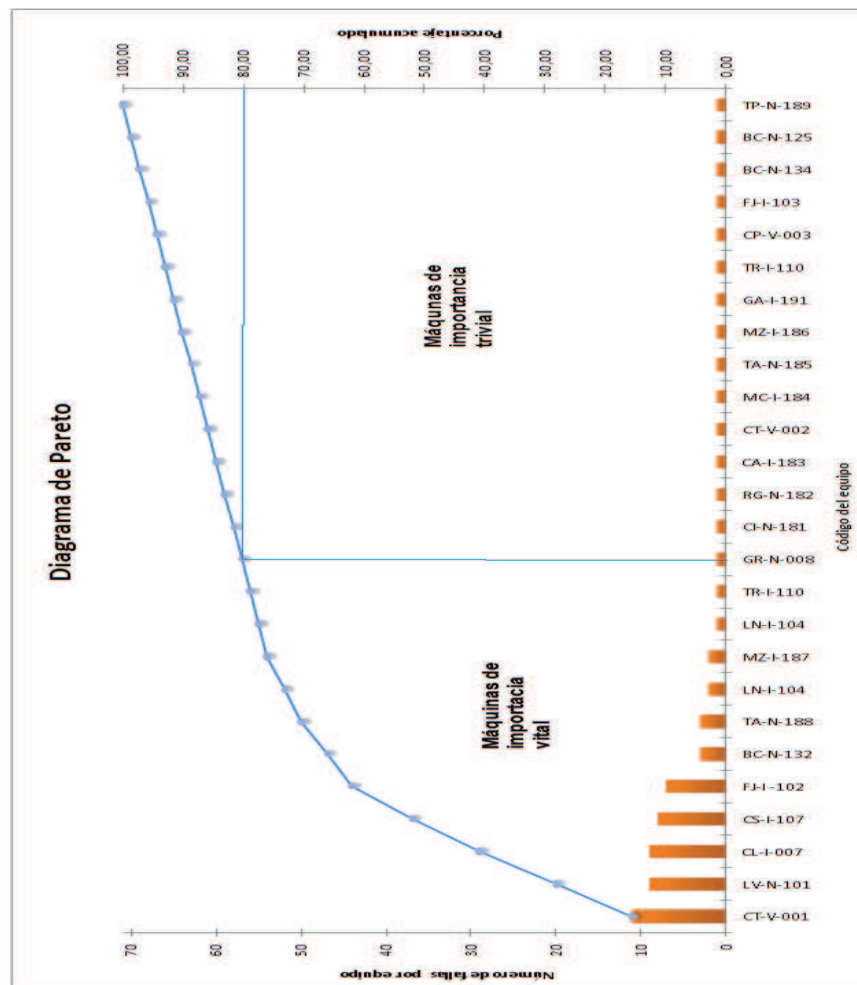


Figura 4.4. Diagrama de Pareto.

4.4.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El objetivo del Análisis de Pareto es utilizar los hechos ocurridos durante los cuatro meses de seguimiento de las actividades diarias del departamento de mantenimiento, para identificar la máxima concentración de fallas en el número mínimo de máquinas, para concentrarse en ellas y desarrollar un programa de mantenimiento adecuado para la empresa. El Análisis de Pareto sirve para establecer prioridades, enfocar y dirigir las acciones a desarrollar posteriormente acciones correctivas como: las tareas de mantenimiento, cartas de lubricación, la elaboración normas para la ejecución de operaciones de mantenimiento, etc.

Con este análisis se busca enfocar el mayor esfuerzo en realizar un estudio de las máquinas que tienen las contribuciones más importantes, se considera las máquinas que sumen un porcentaje total acumulado de fallas del 80%. Del análisis del diagrama de Pareto se puede concluir que son 12 máquinas las que suman un porcentaje total acumulado del 80%.

Tabla 4.10 Máquinas que suman un porcentaje acumulado de 80%

Máquina	Total de fallas	Número de fallas acumulado	% del Total	% Total del acumulado
CT-V-001	11	11	15,49	15,49
LV-N-101	9	20	12,68	28,17
CL-I-007	9	29	12,68	40,85
CS-I-107	8	37	11,27	52,11
FJ-I -102	7	44	9,86	61,97
BC-N-132	3	47	4,23	66,20
TA-N-188	3	50	4,23	70,42
LN-I-104	2	52	2,82	73,24
MZ-I-187	2	54	2,82	76,06
LN-I-104	1	55	1,41	77,46
TR-I-110	1	56	1,41	78,87
GR-N-008	1	57	1,41	80,28

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

Se realizó la siguiente consideración no existe una zona claramente definida que muestre una frontera entre las máquinas que son consideradas vitales de las denominadas triviales, por lo contrario se distingue una zona de transición de pendientes hasta mantener una pendiente constante.

En muchos casos no existe esta frontera claramente visible. En realidad se puede identificar generalmente una tercera categoría que J.M. Juran llamó "Zona Dudosa". Además al analizar las máquinas que entrarían en la categoría de máquinas vitales para el estudio se nota que son máquinas que tienen un número total de fallas igual a las máquinas que se consideran triviales.

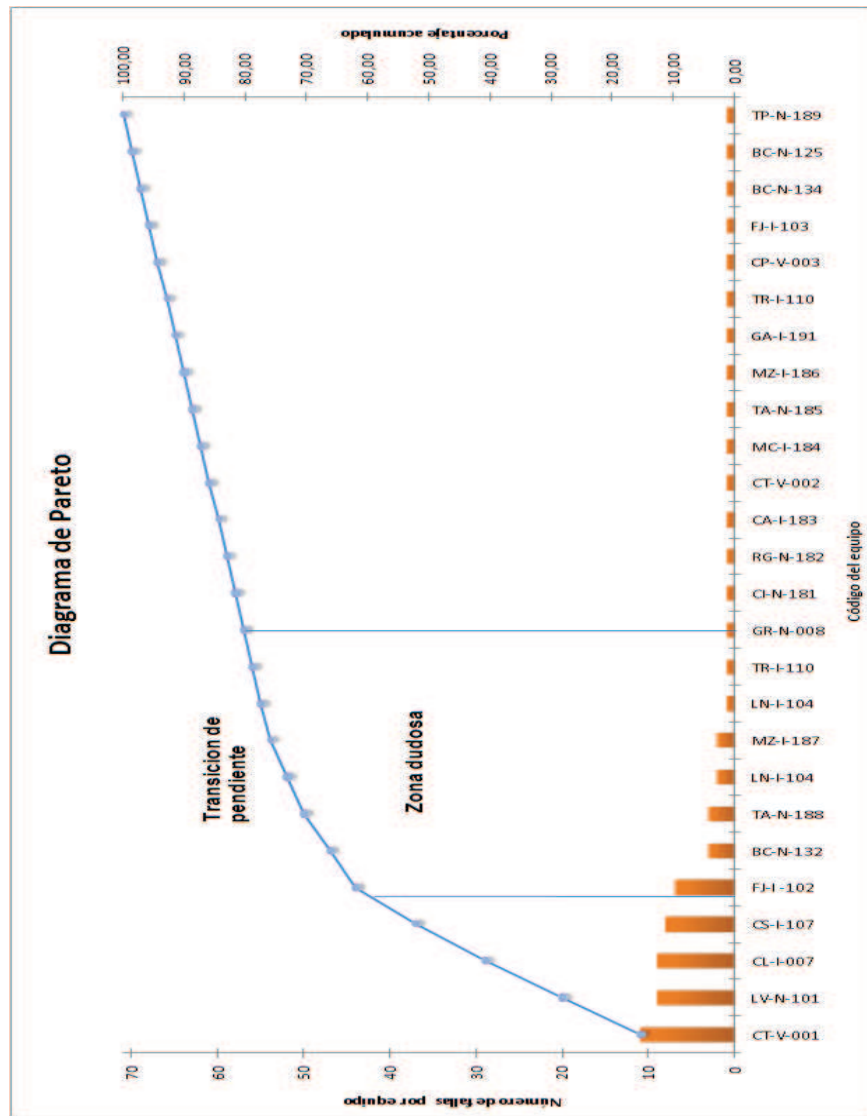


Figura 4.5. Zona dudosa del Diagrama de Pareto.

De manera que se utiliza la recomendación de considerar las máquinas que suman un porcentaje total acumulado del 60% para evitar darles el carácter de vitales a máquinas que son triviales.

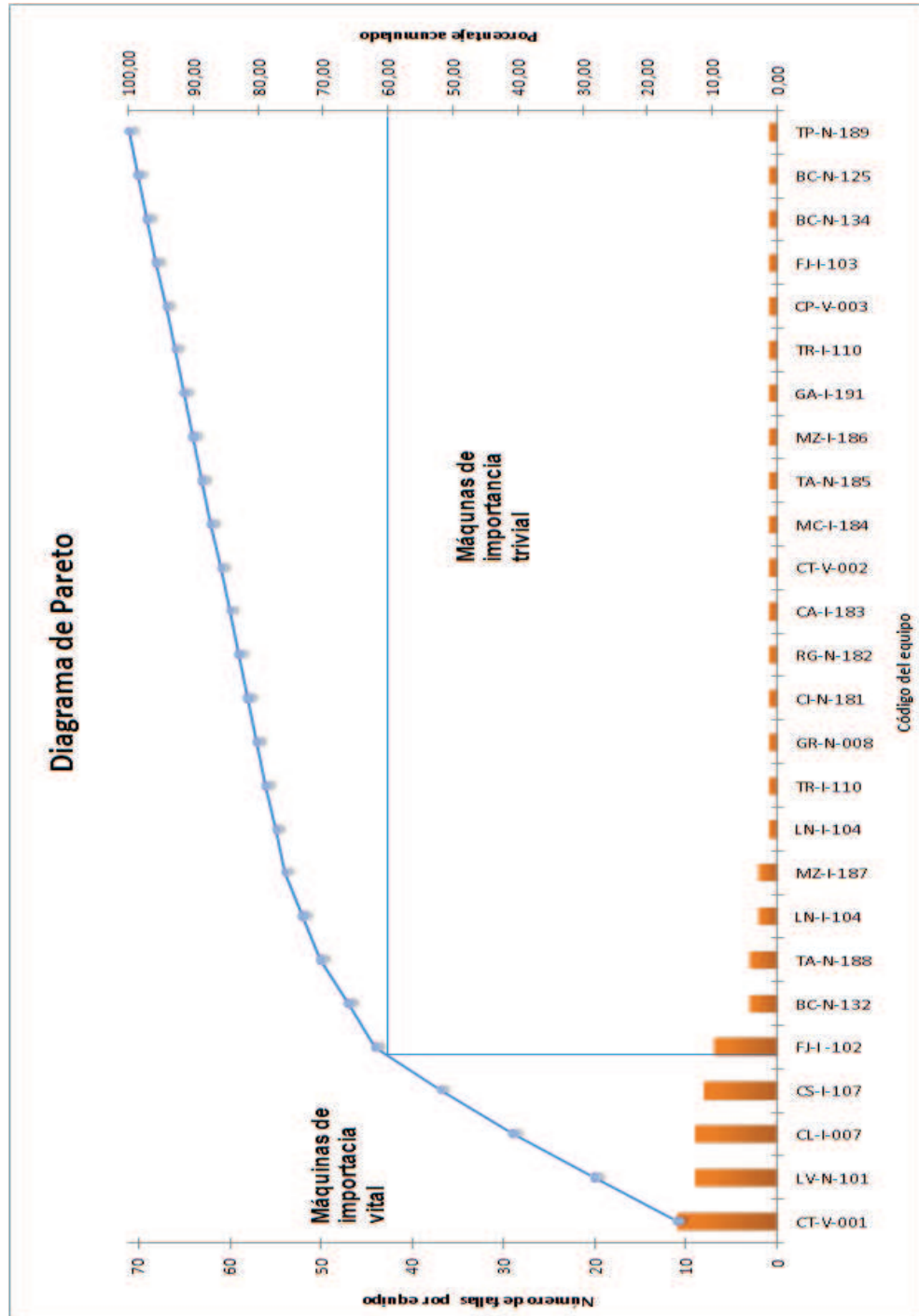


Figura 4.6. Diagrama de Pareto modificado.

Después de realizar esta consideración se procede a considerar las máquinas que suman un total de porcentaje acumulado de fallas del 60% por lo que se obtienen 5 máquinas que son las que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 4.11 Máquinas que suman un porcentaje acumulado de 60%

Código de la Máquina	Máquina	Total de fallas	Número de fallas acumulado	% del Total	% Total del acumulado
CT-V-001	Compresor de tornillo (Compair)	11	11	15,49	15,49
LV-N-101	Crown (Lavadora)	9	20	12,68	28,17
CL-I-007	Caldero	9	29	12,68	40,85
CS-I-107	Noll (Capsuladora)	8	37	11,27	52,11
FJ-I -102	Fajilladora 1/4	7	44	9,86	61,97

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

CAPÍTULO V

ANÁLISIS AMFE PARA EL EQUIPO SELECCIONADO.

5.1 GENERALIDADES

En el presente capítulo se desarrolla el análisis AMFE para uno de los equipos que pertenecer al proceso de producción o al centro de generación de energía, los equipos candidatos ha ser analizados para el posterior desarrollo del plan de mantenimiento de uno de ellos, se obtuvo del análisis estadístico previo, mediante el cual se puede determinar que los equipos que mayor problema dan a la empresa y que son lo que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5.1 Máquinas que suman un porcentaje acumulado de 60%.

Código	Máquina	Total del número de fallas
CT-V-001	Compresor de tornillo (Compair)	11
LV-N-101	Crown (Lavadora)	9
CL-I-007	Caldero	9
CS-I-107	Noll (Capsuladora)	8
FJ-I -102	Fajilladora 1/4	7

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.2 SELECCIÓN DEL EQUIPO.

Una vez completado el análisis de Pareto se conocen las máquinas que son un problema de vital importancia para la empresa, esta información que entrega el diagrama de Pareto no debería ser pasada por alto, al contrario el encargado de mantenimiento de la empresa debe realizar un análisis profundo de cada uno de los equipos mencionados.

La selección del equipo que va hacer objeto de estudio se la realiza mediante el método de orden prioritario de reparación.

5.2.1 MÉTODO DE PRIORIDAD DE SELECCIÓN.

El método se fundamenta en priorizar los equipos que necesitan de un mantenimiento preventivo inmediato, mediante un estudio de la influencia que tiene cada equipo sobre diferentes factores que afectan al desempeño óptimo de la empresa, esto con la finalidad de aprovechar al máximo los recursos que son destinados para el mantenimiento de equipos y debido al elevado costo que tiene desarrollar un plan de mantenimiento para todos los equipos de la empresa. Los factores que son considerados en el estudio de prioridad de reparación son:

- Influencia sobre la producción.
- Influencia sobre la calidad.
- Influencia del mantenimiento requerido.
- Influencia sobre el medio ambiente.
- Influencia sobre la seguridad.

5.2.2 INFLUENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN.

La determinación de la influencia del equipo sobre la producción genera un estudio en tres aspectos diferentes evaluando las máquinas en los siguientes parámetros.

- Porcentaje de tiempo de uso del equipo.
- Existencia de un equipo duplicado o la posibilidad de recuperar la producción utilizando otro equipo.
- Influencia sobre los otros elementos productivos.

5.2.2.1 Porcentaje de tiempo de uso del equipo.

Se debe realizar un estimado del número de horas de operación de cada una de las máquinas cuando la planta funciona ha su plena capacidad. El período

de tiempo en el que se realiza el estimado de horas es variable puede ser diario, semanal, o hasta mensual, pero debe ser único para todos los equipos.

Para completar la siguiente tabla se realizó un estimado de número de horas de operación de cada máquina en un período de una semana, considerando las 24 horas al día, los siete días de la semana, dan un total de 168 horas como el cien por ciento.

Tabla 5.2 Número de horas de uso por semana

MÁQUINA	HORAS DE USO A LA SEMANA
Compresor de tornillo (Compair)	112
Crown (Lavadora)	20
Caldero	20
Noll (Capsuladora)	50
Fajilladora 1/4	126

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

El peso de los porcentajes de tiempo de uso para cada uno de los equipos se determina mediante la siguiente clasificación.

Tabla 5.3 Peso de los porcentajes de tiempo de uso del equipo

PESO	PORCENTAJE DE TIEMPO DE USO DEL EQUIPO
4	Mayor del 80%
2	Entre 50% y 80%
1	Menor del 50%

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

Tabla 5.4 Determinación de los pesos para cada equipo según el tiempo de uso

MÁQUINA	% USO	RANGO DE % DE USO	PESO
Compresor de tornillo (Compair)	60.21	Entre 50% y 80%	2
Crown(Lavadora)	11.9	< 50%	1
Caldero	11.9	< 50%	1
Noll(Capsuladora)	29.75	< 50%	1
Fajilladora 1/4	75	Entre 50% y 80%	2

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.2.2.2 Equipo duplicado o posibilidad de recuperar la producción utilizando otro equipo.

Se considera si existe un equipo duplicado para el equipo principal, el cual cumple con las funciones del principal, y que puede ser puesto en marcha el momento que el equipo principal se encuentra detenido por alguna falla, además se debe considerar utilizar recursos externos y recursos almacenados con que cuente la planta. El peso de las posibilidades o alternativas con las que cuenta la planta para contrarrestar una parada repentina de cada uno de los equipos en análisis se determina mediante la siguiente tabla.

Tabla 5.5 Peso de la alternativa existente en la empresa

Peso	Alternativa
5	Sin posibilidad
4	Recurso externo
2	Recurso almacenado
1	Equipo duplicado

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

Tabla 5.6 Determinación de los pesos para cada equipo según la alternativa de recuperación de la producción.

Máquina	Alternativa	Justificación	Peso
Compresor de tornillo (Compair)	Sin posibilidad	No existe ningún equipo en la empresa que pueda cumplir con la función del compresor.	5
Crown (Lavadora)	Recurso almacenado	Botellas nuevas almacenadas en bodega	2
Caldero	Recurso almacenado	Jarabe neutro almacenado en tanques	2
Noll (Capsuladora)	Equipo duplicado	Existe otro equipo que puede realizar la misma función Crown (Capsuladora)	1
Fajilladora 1/4	Sin posibilidad	No existe ningún equipo en la empresa que pueda cumplir con la función de La fajilladora.	5

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.2.2.3 Influencia sobre los otros elementos productivos.

Se analiza la influencia en cuatro niveles de cada uno de los equipos, se trata de determinar como se ve afectado el flujo de la línea de producción en la que esta inmerso el equipo, también hay que considerando si el equipo tiene influencia sobre la producción de otras líneas de la planta donde una parada del equipo seria un problema de alta gravedad.

Tabla 5.7 Peso de la influencia del equipo sobre los otros elementos productivos

Peso	Influencia
5	Sobre toda la planta
4	Para la línea de producción
2	Retarda la producción
1	Para la producción de la máquina

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

Tabla 5.8 Determinación de los pesos para cada equipo según la influencia sobre los otros elementos productivos

Máquina	Influencia	Justificación	Peso
Compresor de tornillo (Compair)	Sobre toda la planta	Las dos líneas de producción utilizan sistemas y subsistemas neumáticos	5
Crown (Lavadora)	Retarda la producción	Tras una eventual parada de la lavadora Crown, la línea Crown puede producir con botellas nuevas almacenadas.	2
Caldero	Para la producción de la máquina	De producirse una falla en el equipo las dos líneas de producción no se verían afectadas e su capacidad, ya que se cuenta con jarabe neutro almacenado en tanques.	1
Noll (Capsuladora)	Para la línea de producción	La línea de producción Noll se detiene hasta que la capsuladora funcione nuevamente.	4
Fajilladora 1/4	Para la línea de producción	La fajilladora es la encargada de etiquetar las botellas de ¼ que posteriormente pasan a la línea para ser llenadas, por lo que una parada del equipo afecta a toda la línea.	4

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.2.3 INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD.

Influencia del equipo en la calidad final del producto, otro factor de importancia, ya que sin sufrir necesariamente una detención del equipo, un mal funcionamiento puede ser la causa de una pérdida parcial o total de la calidad del producto final provocando rechazos de productos, que representan pérdidas económicas para la empresa, así como también y aún más importante el deterioro de la imagen de la empresa ante los consumidores.

Tabla 5.9 Peso de la influencia sobre la calidad

Peso	Importancia
5	Decisiva
4	Importante
2	Relativa dentro de la tolerancia
1	Nula

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

Tabla 5.10 Determinación de los pesos para cada equipo según la influencia sobre la calidad del producto final.

Máquina	Importancia	Justificación	Peso
Compresor de tornillo (Compair)	Nula	No afecta a la calidad del producto final.	1
Crown (Lavadora)	Decisiva	Afecta al proceso de lavado de botellas de vidrio, y no se cumple con las exigencias higiénicas.	5
Caldero	Decisiva	Afecta a la calidad del jarabe neutro.	5
Noll (Capsuladora)	Decisiva	Afecta a la conservación del producto y no cumple con las normas de calidad exigidas.	5
Fajilladora 1/4	Relativa dentro de la tolerancia	Afecta a la presentación del producto, pero se encuentra dentro de las tolerancias de calidad.	2

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.2.4 INFLUENCIA SOBRE EL MANTENIMIENTO.

En este punto se refiere a cual es el tiempo empleado por el personal de mantenimiento para poder tener en un funcionamiento óptimo a cada uno de los equipos. El peso de cada uno de los equipos sobre el mantenimiento se determina mediante el cálculo del número de horas de parada promedio durante un período de tiempo, hay que hacer uso de los registro llevados por el personal de mantenimiento. Para el cálculo de horas de parada, se procede ha determinar las horas totales de parada de cada equipo durante los cuatro meses de permanencia en la planta, esta información se recoge del libro de actividades diarias, se considera un período de tiempo de quince días, para el cálculo del promedio.

Tabla 5.11 Peso de la influencia sobre el mantenimiento

Peso	Horas de parada
5	Mayor a 3 horas
2	Entre 1 a 3 horas
1	Menor a1 hora

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

Tabla 5.12 Determinación de los pesos para cada equipo según las horas de mantenimiento.

Máquina	Horas parada	Peso
Compresor de tornillo (Compair)	3.31	5
Crown (Lavadora)	2.21	2
Caldero	5.18	5
Noll (Capsuladora)	1.25	2
Fajilladora 1/4	2.03	2

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.2.5 INFLUENCIA SOBRE EL MEDIO AMBIENTE.

En este punto se debe considerar el grado de contaminación al medio ambiente que tiene una posible falla del equipo analizado. Hay que considerar además las sanciones a las que puede estar expuesta la empresa por un daño al medio ambiente, provocada por la falla de los equipos.

Tabla 5.13 Peso de la influencia sobre el medio ambiente

Peso	Importancia
5	Grave
2	Considerable
1	Nula

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

Tabla 5.14 Determinación de los pesos para cada equipo según la influencia sobre el medio ambiente

Máquina	Importancia	Justificación	Peso
Compresor de tornillo (Compair)	Grave	Contaminación de aguas residuales con aceite.	5
Crown (Lavadora)	Considerable	Emisiones de gases de evaporación de sosa cáustica	2
Caldero	Grave	Emisiones de gases producto de la combustión de diesel.	5
Noll (Capsuladora)	Nula	Las fallas posibles del equipo, no afectan al medio ambiente	1
Fajilladora 1/4	Nula	Las fallas posibles del equipo, no afectan al medio ambiente	1

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.2.6 INFLUENCIA SOBRE LA SEGURIDAD.

Se debe considerar la influencia que tiene una falla del equipo en la integridad del operario, como también si puede ser la causa de desastres en las instalaciones de la planta y fuera de ella, con pérdidas materiales y de vidas humanas.

Tabla 5.15 Peso de la influencia sobre la seguridad

Peso	Importancia
5	Riesgo de desastre
2	Riesgo al operario
1	Riesgo mínimo

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

La tabla se llena considerando la naturaleza de cada equipo que esta siendo analizado.

Tabla 5.16 Determinación de los pesos para cada equipo según la influencia sobre la seguridad

Máquina	Importancia	Justificación	Peso
Compresor de tornillo (Compair)	Riesgo al operario	Por el manejo de aceite a altas temperaturas durante su funcionamiento, una falla representa un riesgo para el operario.	2
Crown (Lavadora)	Riesgo del operario	Una falla en el equipo puede provocar rompimiento de botellas.	2
Caldero	Riesgo de desastre	Una posible explosión del equipo puede provocar desastres de grandes magnitudes	5
Noll (Capsuladora)	Riesgo mínimo	No representa riesgo de consideración	1
Fajilladora 1/4	Riesgo mínimo	No representa riesgo de consideración	1

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.2.7 SUMA DE PESOS.

Se realiza la suma de cada uno de los factores analizados anteriormente.

Tabla 5.17 Suma de pesos para cada máquina

Código	Máquina	Influencia							Suma de ponderaciones
		Sobre la producción			Sobre la calidad	Sobre el mantenimiento	Sobre el medio ambiente	Sobre la seguridad	
		Porcentaje de tiempo de uso	Existencia de un equipo duplicado	Sobre los otros elementos productivos					
CT-V-001	Compresor de tornillo (Compair)	2	5	5	1	5	5	2	25
LV-N-101	Crown (Lavadora)	1	2	2	5	2	2	2	16
CL-I-007	Caldero	1	2	1	5	5	5	5	24
CS-I-106	Noll (Capsuladora)	1	1	4	5	2	1	1	15
FJ-I -103	Fajilladora 1/4	2	5	4	2	2	1	1	17

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.2.8 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

De la suma de los factores del ordenamiento prioritario de reparación se puede concluir que el equipo que necesita un análisis profundo de acciones de mantenimiento es el compresor Compair.

Además el análisis de Pareto demuestra que el compresor tiene el mayor número de porcentaje de fallas totales durante el período de seguimiento.

Por los análisis mencionados se procede a desarrollar el programa de mantenimiento para el compresor Compair, dejando pendiente el desarrollo de un programa de mantenimiento similar para cada uno de los equipos, el departamento de mantenimiento de la empresa, es el encargado del estudio de dichos equipos y debe seguir la secuencia de pasos y métodos aplicados para el estudio del compresor Compair.

5.3 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.

5.3.1 GENERALIDADES DEL EQUIPO.

El equipo es un compresor enfriado por aire, de etapa única, de tornillo giratorio. El elemento de compresión del compresor se acciona por un motor eléctrico de inducido de jaula de ardilla a través de un acoplamiento flexible. El accionamiento al elemento de compresión se trasmite por medio de una caja de engranes. El compresor está compuesto del motor de accionamiento, elemento de compresión, recuperador, enfriador de aceite, enfriador posterior, ventilador, conjunto de arrancador y controlador, y los equipos de protección y seguridad.

El compresor esta montado en un bastidor en la base y esta alojado en una envolvente acústica con paneles de acero. Paneles desmontables o puertas de acceso para el mantenimiento de rutina.

Tabla 5.18 Datos del equipo

Característica	Descripción
Marca	Compair Broomwade
Modelo	6060N13A
Serial	F140/0567
Año	1993
Presión máxima	13 bar
Rpm	2935
Potencia de entrada	51 KW
m ³ /min	5.10
Volt/Hz	220/60
Largo/Ancho/Alto	2000/110/1710
Peso	1200 kg

Fuente: Manual del operador del equipo

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ



Figura 5.1. Fotografía del equipo

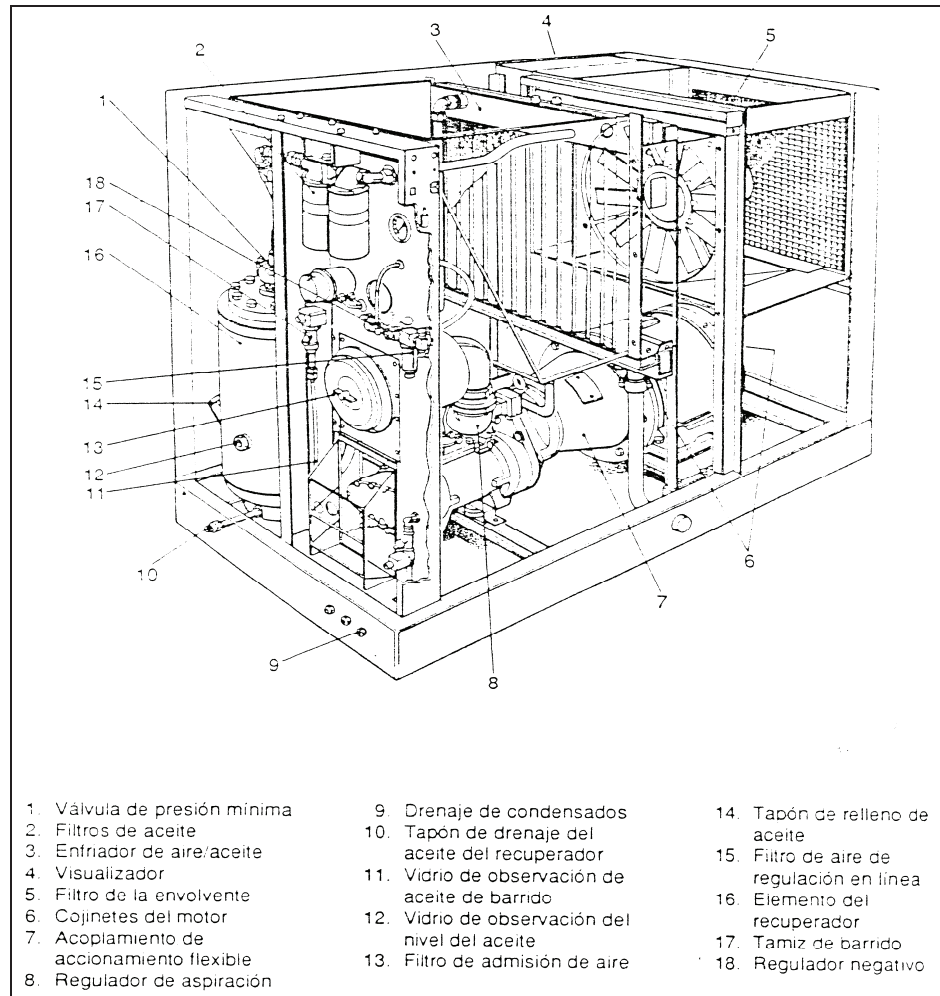


Figura 5.2. Partes principales del equipo.¹⁷

5.3.2 FUNCIÓN DEL COMPRESOR

La función principal del compresor es la de entregar aire comprimido en un rango de 8 a 9 bares con una temperatura no mayor de 12°C sobre la temperatura ambiente y con un caudal 5.10 m³/min, luego ser almacenada en un tanque pulmón para una posterior distribución a las líneas de producción.

El aire comprimido es utilizado en las dos líneas de producción: tanto en la línea Crown como en la línea Noll para los diferentes procesos como el llenado de

¹⁷ MANUAL DEL OPERADOR DEL EQUIPO

las botellas, el fajillado de botellas de PET, entre otros. Por lo que es un equipo de vital importancia en la producción de la empresa.

5.3.3 FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR.

El aire entra por el filtro de admisión (14), pasa por el regulador de aspiración (13) conectado al orificio de entrada del elemento de compresión (12). El aire es atrapado por los rotores que giran y se mezcla con el aceite que entra en la envoltura por un orificio de restricción. La continua rotación aumenta la presión y la temperatura de la mezcla de aire/aceite que pasa por el orificio de descarga del elemento de compresión, la mezcla se conduce a la parte inferior del elemento del recuperador de aceite (8).

La mayor parte del aceite se separa en esta etapa y cae al fondo del cuerpo del recuperador (10). El resto de la mezcla aire/aceite luego pasa por las dos etapas del elemento del recuperador donde tiene lugar la separación final. El aceite separado se recoge en la parte inferior del elemento y se conduce al elemento de compresión a través del orificio de restricción. Éste es de un tamaño tal que se asegure que se pierda una cantidad mínima de aire durante el barrido.

El aire filtrado sale luego del recuperador a través de la válvula de presión mínima (3), Siempre que en esta etapa sea de más de 4 bar el aire pasara al enfriador posterior (5) donde el aire caliente se enfría y los condensados resultantes se retiran automáticamente por el funcionamiento de la válvula solenoide electrónicamente controlada. El aire enfriado y filtrado pasa luego a la salida de descarga (9). Si la presión del aire en el recuperador en cualquier momento es menor que 4 bar la válvula de presión mínima se cerrará. La válvula también incorpora una válvula antiretorno que funciona para impedir que el aire de descarga pase de nuevo al recuperador cuando el compresor funciona sin carga. El aceite del recuperador pasa al enfriador de aceite. Durante el funcionamiento normal el aceite pasa por el enfriador para mantener su temperatura al nivel correcto. Aguas abajo el enfriador de aceite se ha instalado una válvula termostática de desviación (4).

Cuando arranca el compresor el aceite frío en el sistema se desvía del enfriador y pasa por el filtro de aceite (1) directamente al elemento de compresión. A medida que los rotores comprimen la mezcla de aceite y aire en el elemento de compresión, aumenta la temperatura de aceite. Una vez que el aceite ha alcanzado su temperatura normal de funcionamiento la válvula de derivación se cierra y el aceite se dirige a través del enfriador. El aceite enfriado pasa luego al filtro de aceite donde se limpia antes de entrar al elemento de compresión.

La cantidad de aceite inyectada en los rotores del elemento de compresión se controla por el orificio de restricción en la envoltura de los rotores.

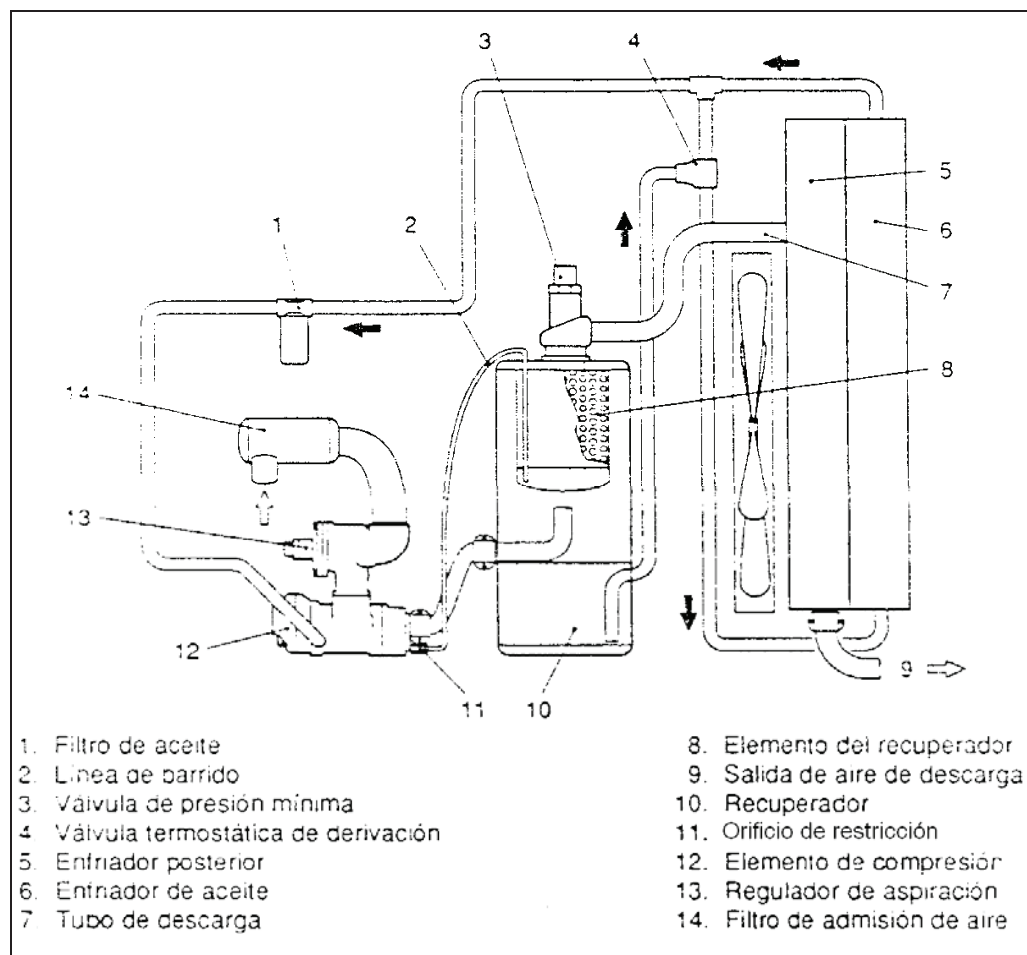


Figura 5.3. Sistema aire/aceite.¹⁸

¹⁸ MANUAL DEL OPERADOR DEL EQUIPO

5.3.3.1 Diagrama funcional de bloques

A continuación se muestra el diagrama funcional de bloques del compresor, que indica los componentes y como funciona el equipo. Además permite ver los tipos de fallas que puede tener, ya que cada flecha es una conexión en consecuencia si una de estas se corta, el equipo falla.

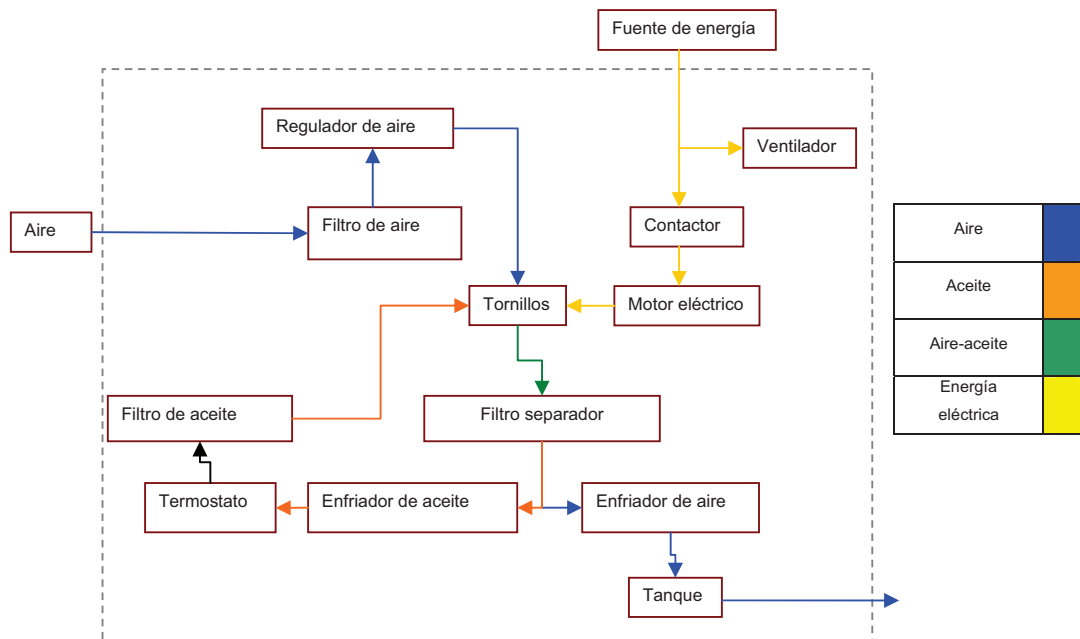


Figura 5.4 Diagrama de flujo del equipo

5.3.3.2 Subsistemas del compresor

El compresor para cumplir con función antes mencionada necesita tener diferentes elementos y subsistemas que le den el tratamiento adecuado al aire antes de salir a la línea de producción, los subsistemas de compresor son los siguientes:

- Sistema Elemento de Compresión
- Sistema de Recuperación
- Sistema de Enfriamiento de aceite
- Sistema de Enfriamiento Posterior de aire
- Sistema Eléctrico

5.3.3.2.1 Sistema de elemento de compresión

El sistema tiene como función principal comprimir el aire a una presión superior de 4 bar para poder vencer la resistencia de la válvula de presión mínima y poder ser descargado a las líneas. Todo el proceso se detalla a continuación, el aire ingresa al filtro de admisión, luego pasa al regulador de aspiración para ser comprimido en un elemento de compresión de tornillo giratorio de etapa única. El elemento de compresión es del tipo ciclón y comprende de un par de rotores de engrane de tornillo helicoidal, macho y hembra, montados horizontalmente dentro de una envoltura encerrada con el accionamiento aplicado al rotor macho.

El rotor macho en el elemento de compresión ciclón es de mayor diámetro que el hembra, y tiene cuatro lóbulos que engranan cinco acanaladuras en el hembra. Son de perfil asimétrico para reducir el retroceso del aire entre los lóbulos durante el ciclo de compresión mínima, de esta manera aprovechando al máximo el sellado total y aumentando la eficiencia.

Los rotores cuentan con cojinetes en cada extremo para brindar apoyo radial y axial, para mantener la adecuada rigidez del eje y para dar el máximo espacio libre y pocas fugas entre el diámetro de la punta de los rotores y la envoltura.

En el extremo de entrada ambos rotores cuentan con cojinetes de rodillos paralelos para trabajo pesado para brindar apoyo radial y para mantener la carga de accionamiento del motriz. La mezcla aire/aceite es descargada al recuperador.

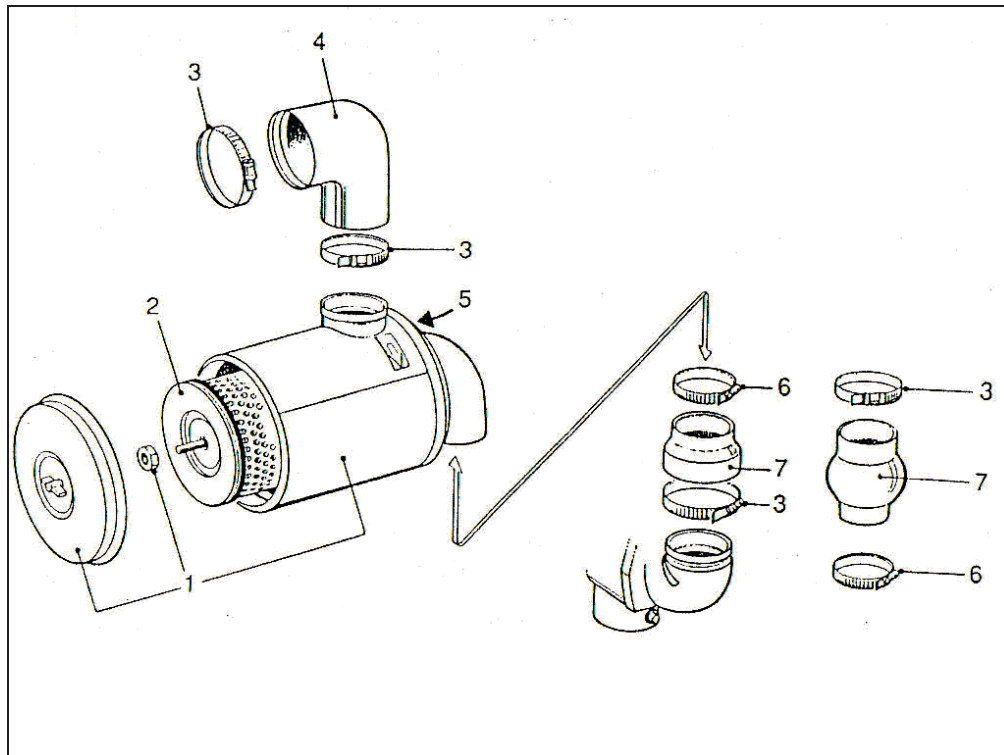


Figura 5.5. Tubería de admisión de aire.¹⁹

Tabla 5.19 Descripción de partes de la tubería de admisión de aire

Número de componente	Cantidad	Descripción
1	1	Filtro de admisión de aire
2	1	Elemento
3	4	Presilla para manguera
4	1	Codo
5	1	Interruptor de! filtro de aire
6	2	Presilla para manguera
7	1	Adaptador
7	1	Manguera

Fuente: Lista de partes del equipo

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

¹⁹ LISTA DE COMPONENTES DEL EQUIPO

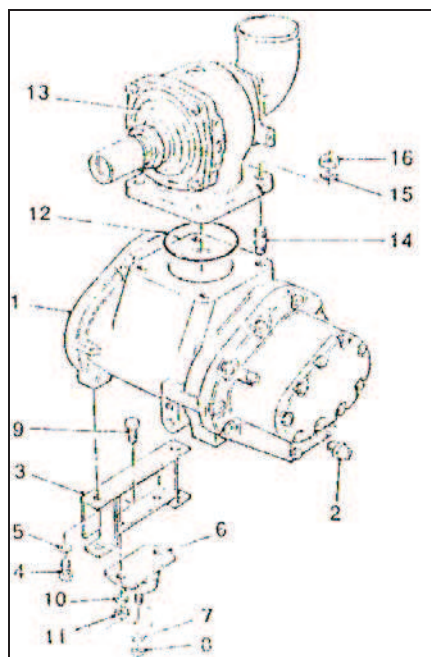


Figura 5.6. Elemento de compresión.²⁰

Tabla 5.20 Descripción de partes del elemento de compresión

Número de componente	Cantidad	Descripción
1	1	Elemento de compresión
2	1	Sonda con termistor
3	1	Pedestal para montaje del compresor
4	2	Tornillo de cabeza hexagonal
5	2	Arandela enchapada
6	1	Montaje antivibratorio
7	1	Arandela elástica
8	1	Tuerca
9	2	Tornillo de cabeza hexagonal
10	2	Arandela elástica
11	2	Tuerca
12	1	Aro tórico
13	1	Regulador de aspiración
14	4	Espárrago
15	4	Arandela elástica
16	4	Tuerca

Fuente: Lista de partes del equipo

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

²⁰ LISTA DE COMPONENTES DEL EQUIPO

5.3.3.2.2 Sistema de recuperación

Es el encargado de separar la mezcla aire/aceite que se forma en la etapa de compresión. Cuando la mezcla aire/aceite ingresa al recuperador después de ser descargado la mayor parte de aceite cae al fondo después de pasar por el elemento del recuperador se completa la separación final. El aire que se encuentra en la parte superior del recuperador atraviesa el elemento del recuperador por la presión existente dentro del tanque para después salir a un sistema de enfriamiento posterior. El aceite pasa al sistema de enfriamiento o ingresar directamente al elemento de compresión según la temperatura del aceite y mediante la apertura o cierre de la válvula termostática.

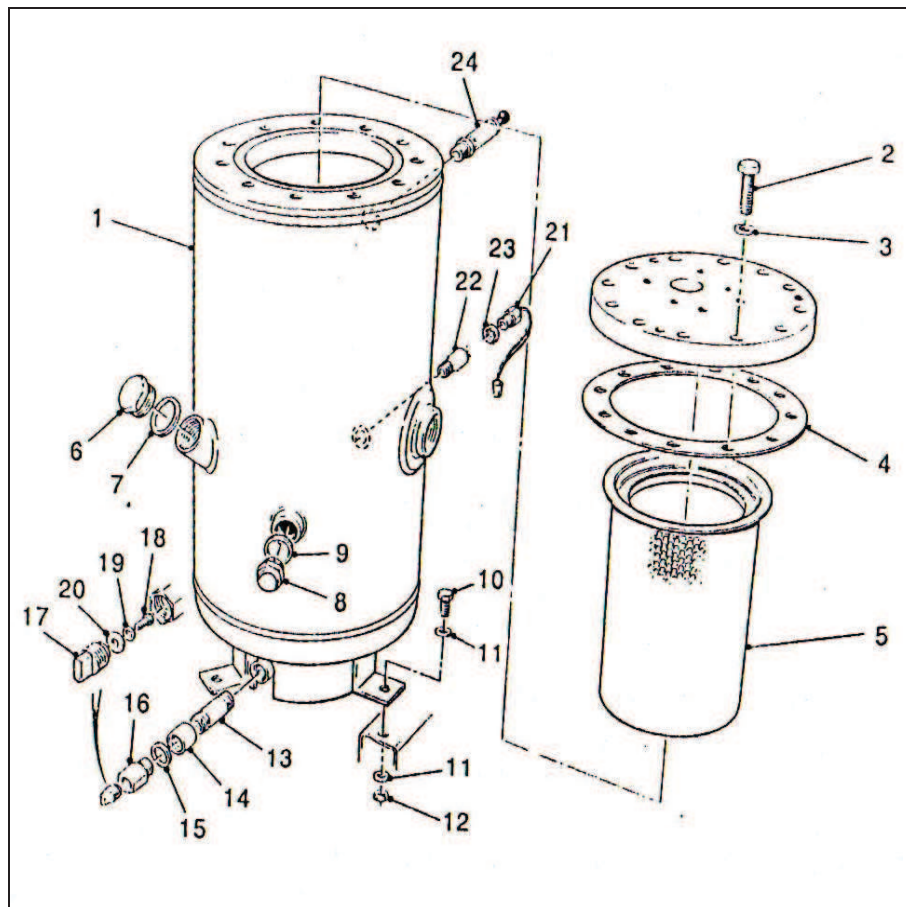


Figura 5.7. Recuperador.²¹

²¹ LISTA DE COMPONENTES DEL EQUIPO

Tabla 5.21 Descripción de partes del recuperador

Número de componente	Cantidad	Descripción
1	1	Recuperador
2	12	Tornillo de cabeza hexagonal
3	12	Arandela elástica
4	1	Empaquetadura del recuperador
5	1	Elemento del recuperador
6	1	Tapón
7	1	Arandela
8	1	Vidrio de observación
9	1	Sello encolado
10	3	Tornillo de cabeza hexagonal
11	6	Arandela enchapada
12	3	Tuerca autobloqueante
13	1	Tubo de drenaje
14	1	Encaje de tubo
15	1	Arandela de cobre
16	1	Encaje de drenaje
17	1	Tapón de drenaje
18	1	Tornillo de cabeza hexagonal
19	1	Arandela enchapada
20	1	Arandela del tapón de drenaje
21	1	Interruptor de nivel de aceite
22	1	Tapón
23	1	Arandela de cobre
24	1	Válvula de seguridad

Fuente: Lista de partes del equipo

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

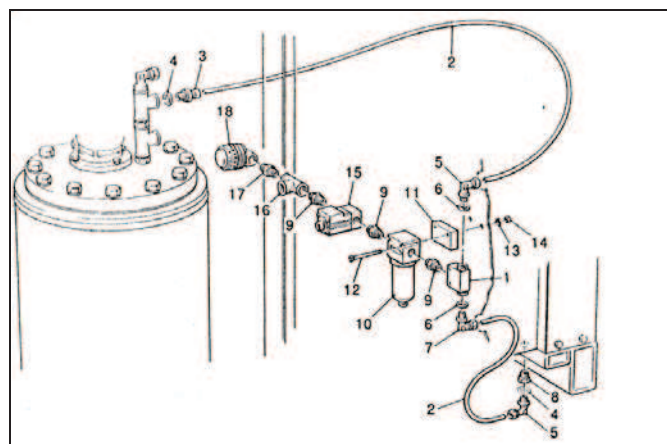


Figura 5.8. Tubería del recuperador.²²

²² LISTA DE COMPONENTES DEL EQUIPO

Tabla 5.22 Descripción de partes de la tubería del recuperador

Número de componente	Cantidad	Descripción
1	1	Válvula de cambo de dirección
2	Lo requerido	Tubo de nylon
3	1	Conector en recodo
4	2	Arandela de cobre
5	2	Conector en recodo
6	2	Arandela de cobre
7	1	Conector en recodo
8	1	Buje
9	3	Boquilla
10	1	Filtro de aire de regulación
11	1	Espaciador
12	2	Tornillo de cabeza redonda
13	2	Arandela elástica
14	2	Tuerca
15	1	Válvula solenoide de descarga
16	1	Conector en T
17	1	Boquilla
18	1	Regulador negativo

Fuente: Lista de partes del equipo

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

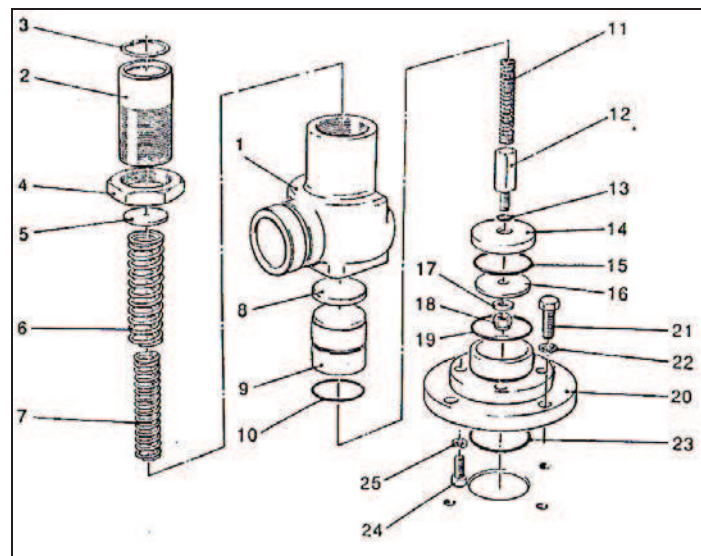


Figura 5.9. Válvula de presión mínima.²³

²³ LISTA DE COMPONENTES DEL EQUIPO

Tabla 5.23 Descripción de partes de la válvula de presión mínima.

Número de componente	Cantidad	Descripción
-	1	Válvula de presión mínima
1	1	Cuerpo de la válvula de presión mínima
2	1	Alojamiento de resorte
3	1	Presilla
4	1	Contratuerca
5	1	Disco extremo
6	1	Resorte
7	1	Resorte
8	1	Retenedor de resorte
9	1	Pistón
10	1	Aro tórico
11	1	Resorte de válvula de presión mínima
12	1	Guía
13	1	Aro tórico
14	1	Cabeza de válvula
15	1	Aro tórico
16	1	Retenedor de aro tórico
17	1	Arandela
18	1	Tuerca autobloqueante
19	1	Aro tórico
20	1	Asiento
21	4	Tornillo de cabeza hexagonal
22	4	Arandela elástica
23	1	Aro tórico
24	4	Tapa roscada
25	4	Arandela elástica

Fuente: Lista de partes del equipo

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.3.3.2.3 Sistema de enfriamiento de aceite

Tiene como función principal mantener a la temperatura de funcionamiento el aceite, con la finalidad de que adquiera propiedades que le permitan desempeñar con las diferentes funciones que tiene el aceite en el proceso, como son actuar como refrigerante de los tornillos en el proceso de compresión, crear una capa de aceite entre los espacios libres de los tornillos, evitando que existan fugas de aire, etc. A continuación se describe el proceso, el aceite que ingresa al elemento de compresión después de haber sido separado en el sistema de recuperación, durante el funcionamiento normal pasa por el sistema de enfriamiento de aceite para mantener su temperatura en un rango de operación

adecuado, alrededor de 80 grados centígrados, atraviesa un disipador de calor compuesto de tubos provistos de aletas circulares dispuestas longitudinalmente a lo largo del tubo, el fluido que es utilizado para enfriar el aceite es aire que previamente ha sido separado de impurezas mediante el paso por un filtro envolvente instalado en el panel lateral derecho del equipo, el electroventilador se acciona para provocar un enfriamiento acelerado.

Cuando el compresor arranca por primera vez la temperatura del aceite esta por debajo de los rangos de funcionamiento, por lo que sus propiedades no son las óptimas, razón por la cual se requiere una elevación de temperatura acelerada por lo que se ha instalado una válvula termostática de derivación, la que restringe el paso al enfriador según sea el caso.

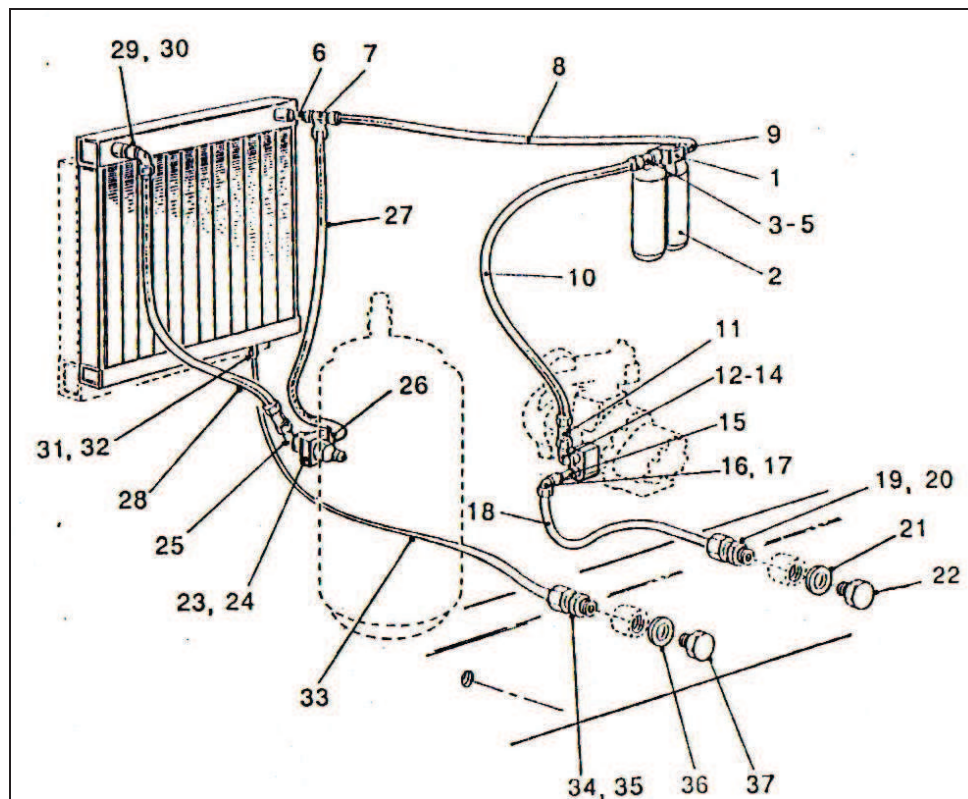


Figura 5.10. Sistema de enfriamiento de aceite.²⁴

²⁴ LISTA DE COMPONENTES DEL EQUIPO

Tabla 5.24 Descripción de partes del sistema de enfriamiento de aceite.

Número de componente	Cantidad	Descripción
1	1	Filtro de aceite
2	2	Elemento del filtro de aceite
3	1	Tubo de espárragos
4	1	Conector de espárrago
5	1	Arandela de cobre
6	1	Adaptador giratorio
7	1	T
8	1	Manguera
9	1	Codo
10	1	Manguera
11	1	Adaptador cónico
12	1	Arandela de cobre
13	1	Codo
14	1	Boquilla reductora hexagonal
15	1	Buje
16	1	Conector de espárrago acodado
17	1	Arandela de cobre
18	Lo requerido	Tubo de nylon
19	1	Conector de espárrago
20	1	Arandela de cobre
21	1	Arandela de cobre
22	1	Tapón de latón
23	1	Válvula termostática
24	1	Boquilla hexagonal
25	1	Codo
26	1	Codo
27	1	Manguera
28	1	Manguera
29	1	Codo
30	1	Arandela de cobre
31	1	Conector de espárrago
32	1	Arandela de cobre
33	Lo requerido	Tubo de nylon
34	1	Conector de espárrago
35	1	Arandela de cobre
36	1	Arandela de cobre
37	1	Conector de espárrago

Fuente: Lista de partes del equipo

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

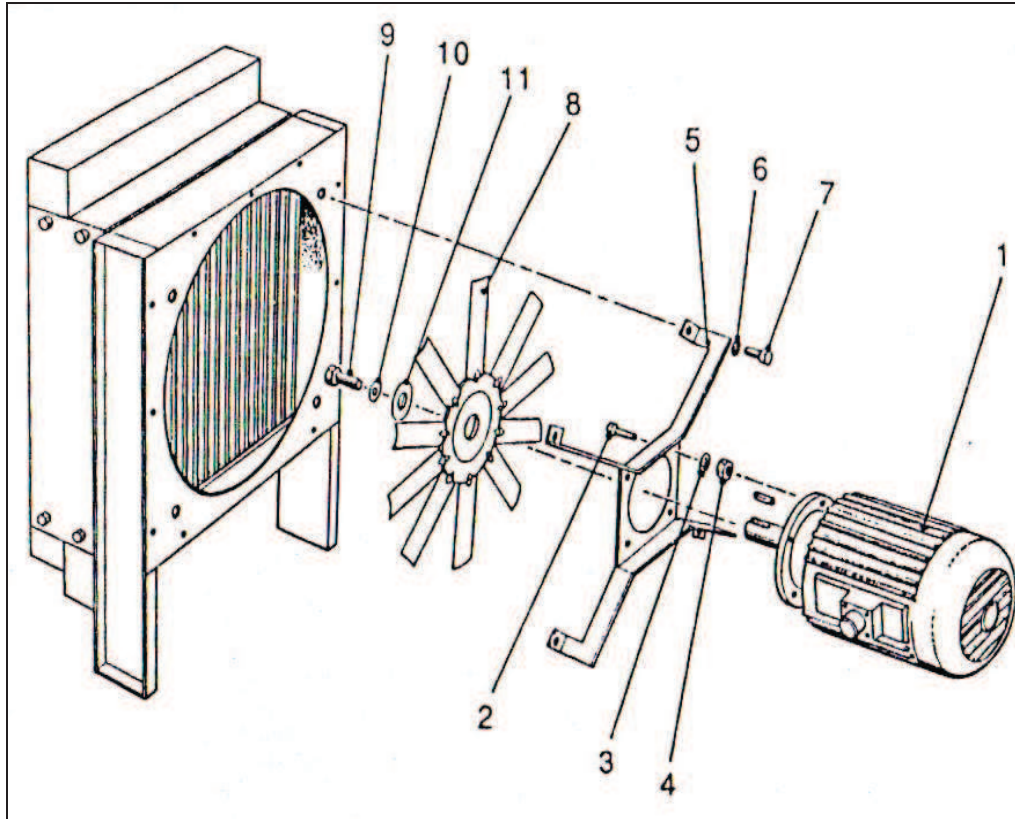


Figura 5.11. Electroventilador.²⁵

Tabla 5.25 Descripción de partes del Electroventilador

Número de componente	Cantidad	Descripción
1	1	Motor del ventilador
2	4	Tornillo de cabeza hexagonal
3	4	Arandela enchapada
4	4	Tuerca autobloqueante
5	1	Soporte del ventilador
6	4	Arandela elástica
7	4	Tornillo de cabeza hexagonal
8	1	Ventilador multi-paleta
9	1	Tornillo de cabeza hexagonal
10	1	Arandela elástica
11	1	Placa de traba

Fuente: Lista de partes del equipo

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

²⁵ LISTA DE COMPONENTES DEL EQUIPO

5.3.3.2.4 Sistema de enfriamiento posterior de aire

El sistema de enfriamiento de aire tiene como función disminuir la temperatura del aire que es descargado del recuperador teniendo como límite una temperatura no mayor a 12°C sobre la temperatura del ambiente. El proceso sigue la siguiente secuencia, el aire después pasa por un filtro de separación que retiene las partículas de aceite que se encuentran atomizadas en el tanque de recuperación, el aire tiene que vencer la resistencia de la válvula de presión mínima, el aire debe tener una presión mayor a 4 bar para poder vencer esta resistencia, esta válvula tiene además la función de impedir el retorno del aire por lo que también se denomina válvula antiretorno de presión mínima.

Después de vencer la resistencia de la válvula de presión mínima el aire llega al enfriador donde por convección forzada baja su temperatura por la acción de un electroventilador. Los condensados producidos son descargados automáticamente por el funcionamiento de una válvula solenoide electrónicamente controlada.

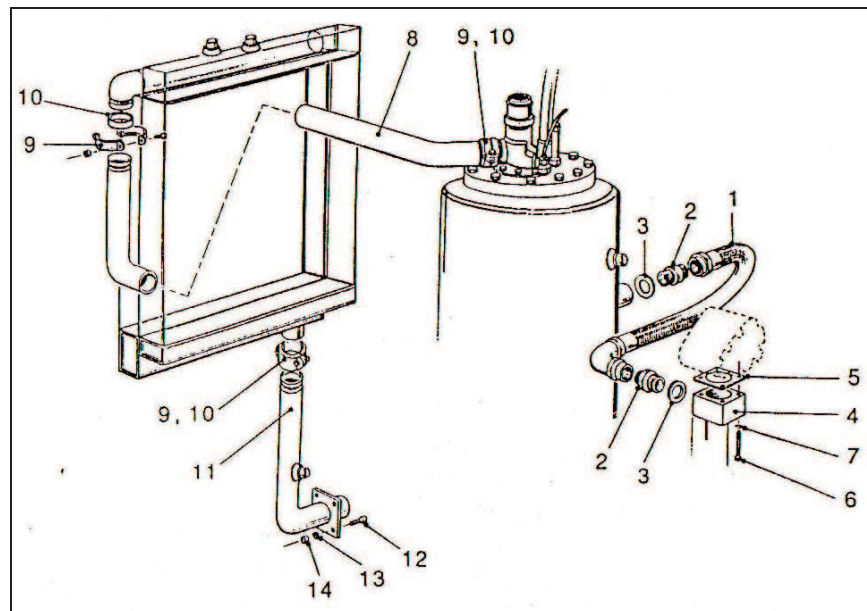


Figura 5.12. Sistema de enfriamiento posterior de aire.²⁶

²⁶ LISTA DE COMPONENTES DEL EQUIPO

Tabla 5.26 Descripción del sistema de enfriamiento posterior de aire

Número de componente	Cantidad	Descripción
1	1	Manguera
2	2	Boquilla hexagonal
3	2	Arandela de cobre
4	1	Bloque
5	1	Empaquetadura
6	4	Perno
7	4	Arandela enchapada
8	1	Tubo
9	3	Conector de tubo de aire
10	3	Empaquetadura de unión de tubo
11	1	Tubo
12	4	Tornillo de cabeza hexagonal
13	4	Arandela elástica
14	4	Tuerca

Fuente: Lista de partes del equipo

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.3.3.2.5 Sistema eléctrico.

El sistema eléctrico debe proporcionar la potencia necesaria al motor y al ventilador así como también la energía necesaria a cada uno de los elementos de arranque del equipo como al contactor principal de arranque, contactor delta y estrella, disyuntores, etc. Así también como a los elemento de protección: como a la caja de fusibles, relés de sobrecarga térmica, etc. El sistema tiene sensores de temperatura, de nivel, de presión en lugares estratégicos como son a las salidas de cada una de las etapas por las que el aire y aceite pasan. Todo esto lo realiza priorizando la integridad física a los operarios y protegiendo los componentes internos del equipo cuando existan cambios drásticos en el voltaje.

El equipo brinda la opción de saber cuando un elemento del equipo presenta algún mal funcionamiento, lo muestra en el esquema que se encuentra en el panel de control, la señal con la que indica cualquier funcionamiento inadecuado es una señal luminosa que esta sobre cada uno de los elementos del equipo registrados en el esquema del panel.

5.4 ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) PARA EL COMPRESOR COMPAIR.

5.4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

En el desarrollo del presente análisis AMFE se utiliza los criterios técnicos del manual de operador del equipo, como también la información de la lista de componentes del equipo, la información del libro de control de actividades diarias y el criterio del personal de mantenimiento que es el que opera y repara las fallas del equipo cuando se presentan. La información proporcionada por el personal de mantenimiento es importante por que son las personas que están contacto con el equipo todos los días y tienen un registro de las fallas que se han presentado en los últimos años, como también conocen las fallas potenciales que podrían presentarse mas adelante.

El equipo formado para el desarrollo de las tablas AMFE esta compuesto por cuatro personas vinculadas al desarrollo del mantenimiento de la empresa, en la siguiente tabla se detalla cada una de las funciones y perfiles de cada miembro del equipo.

Tabla 5.27 Descripción de funciones y perfiles del equipo AMFE

Nombre	Función	Perfil
Byron Gordon	Facilitador	Técnico Mecánico del departamento de mantenimiento
Danilo Minga	Facilitador	Técnico Eléctrico del departamento de mantenimiento
Fernando Pilca	Auditor	Tesista, Egresado de Ingeniería Mecánica
Marco Velásquez	Auditor	Tesista, Egresado de Ingeniería Mecánica

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.4.2 CODIFICACIÓN UTILIZADA.

Es necesario utilizar una codificación para un manejo de la información más sencillo.

Por lo que se utiliza diferentes códigos para cada uno de los subsistemas del equipo, componente del subsistema, falla del componente y la acción correctiva a implementar.

La codificación se estructura de la siguiente manera:

XX00-F000-AC000

- XX Código del subsistema
- 00 Código de identificación del componente
- F Inicial de fallo
- 000 Código de identificación de fallo
- AC Inicial de acción correctiva
- 000 Código de identificación de acción correctiva

Tabla 5.28 Codificación de los subsistemas del equipo.

Código	Subsistema
EC	Elemento de Compresión
SR	Sistema de Recuperación
EA	Enfriamiento de aceite
EAI	Enfriamiento Posterior de aire
EL	Eléctrico

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.4.3 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS MODAL DE FALLA Y EFECTO.

Tabla 5.29 Extracto de la tabla AMFE para el compresor Compair. (VER ANEXO 7)

Sistema:			Sistema N°:	Facilitador:	Fecha:	Hoja N°:	
Compresor de aire			CT-V-001	Byron Gordón	27 /04/2009	1	
Subsistema:			Subsistema N°:	Auditor/es:	Fecha:	De:	
Elementos de compresión			EC	Fernando Pilca-Marco Velásquez	20/05/2009	3	
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Comprimir la mezcla aire/aceite a una presión superior a 4 bar.	Filtro de Admisión	EC01	Filtrar de impurezas el aire que ingresa	El aire que ingresa tiene impurezas	Filtro roto	EC01-F001	El aire ingresa con impurezas y se mezclan con el aceite, desgastando los tornillos en el proceso de compresión.
			Permitir el ingreso del aire filtrado	Paso de aire limitado	Filtro saturado	EC01-F002	No hay ingreso de aire, ocurre una parada repentina del equipo. Se enciende una señal luminosa intermitente, en el panel sobre el gráfico que representa el filtro de aire.
	Regulador de aspiración	EC02	Permitir el ingreso de aire con el caudal regulado	El aire ingresa con un caudal inferior al regulado.	Funcionamiento incorrecto del regulador	EC02-F001	El caudal de descarga del equipo es inferior al deseado.
			Permitir el ingreso de aire al elemento de compresión	El aire no ingresa al elemento de compresión	Funcionamiento incorrecto del regulador	EC02-F002	El aire no ingresa a la envoltura. El compresor no funciona. El equipo sufre una parada repentina
	Cañerías	EC03	Contener el aire hasta el elemento de compresión	Incapaz de contener el aire hasta el elemento de compresión	Existen fugas.	EC03-F001	Existen ruidos anormales en las cercanías de las cañerías
			Conducir el aire con el caudal necesario	El aire no tiene el caudal necesario	Cañerías parcialmente obstruidas	EC03-F002	Existen ruidos anormales y vibraciones excesivas en la tubería.

Sistema:			Sistema N°:	Facilitador:	Fecha:	Hoja N°:	
Compresor de aire			CT-V-001	Byron Gordón	27 /04/2009	2	
Subsistema:			Subsistema N°:	Auditor/es:	Fecha:	De:	
Elementos de compresión			EC	Fernando Pilca-Marco Velásquez	20/05/2009	3	
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Comprimir la mezcla aire/aceite a una presión superior a 4 bar.	Tornillo	EC04	Comprimir la mezcla aire/aceite que ingresa a la envoltura	No comprime el aire que ingresa	Tornillos fracturados	EC04-F001	La presión de descarga no es la necesaria para abrir la válvula de presión mínima, no existe descarga de aire.
			Transportar el aire del ingreso de la envoltura a la descarga	Existen pérdidas de aire en el proceso	Tornillos desgastados	EC04-F002	La presión de descarga no es la necesaria para abrir la válvula de presión mínima, no existe descarga de aire
	Cojinetes	EC05	Controlan los espacios libres entre los tornillos y la envoltura	Los tornillos tienen contacto con la envoltura	Cojinetes desgastados	EC05-F001	Existe un ruido anormal, aumento en las vibraciones y una elevación de la temperatura en la envoltura del equipo.
			Brindar apoyo axial a los tornillos	No existe apoyo a poyo axial a los tornillos. Existe contacto entre los tornillos	Cojinetes desgastados	EC05-F002	Existe un ruido anormal, aumento en las vibraciones y una elevación de la temperatura en la envoltura del equipo.
			Brindar apoyo radial a los tornillos	No existe apoyo a poyo radial a los tornillos. Existe contactos entre los tornillos	Cojinetes desgastados	EC05-F003	Existe un ruido anormal, aumento en las vibraciones y una elevación de la temperatura en la envoltura del equipo.
			Permitir el giro de los tornillos RPM: 2900	RPM inferior a la deseada	Problema con los Cojinetes	EC05-F004	El equipo enciende y sufre un parada repentina, después de pocos segundos

Sistema:			Sistema N°:	Facilitador:	Fecha:	Hoja N°:	
Compresor de aire			CT-V-001	Byron Gordón	27 /04/2009	3	
Subsistema:			Subsistema N°:	Auditor/es:	Fecha:	De:	
Elementos de compresión			EC	Fernando Pilca-Marco Velásquez	20/05/2009	3	
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Comprimir la mezcla aire/aceite a una presión superior a 4 bar.	Envoltura	EC06	Contener el aire de ingreso	Incapaz de contener aire	Existen fugas de aire	EC06-F001	No hay descarga de aire, y el equipo sufre una parada repentina.
			Contener el aceite que ingresa	Incapaz de contener el aceite	Existen fugas de aceite	EC06-F002	Bajo nivel de aceite, se enciende una señal luminosa intermitente en el panel sobre la figura que indica el nivel de aceite en el recuperador

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

Tabla 5.30 Continuación del desarrollo AMFE para el compresor Compair. (VER ANEXO 8)

Sistema:		Sistema N°:	Facilitador:					Fecha:	Hoja N°:				
Compresor de aire		CT-V-001	Byron Gordón					27 /04/2009	1				
Subsistema:		Subsistema N°:	Auditor/es:					Fecha:	De:				
Elementos de compresión		EC	Fernando Pilca-Marco Velásquez					20/05/2009	2				
COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA				G	F	D	IPR	ESTADO	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	CÓDIGO DE TAREA
Filtro de aire	EC01	EC01-F001	Mala selección del filtro de recambio				8	5	3	120	Componente en alto riesgo	EC01-F001-AC001	CA-T001
		EC01-F002	El aire del ambiente tiene muchas impurezas				5	5	2	50	Normal		CA-T002
			Cumplimiento de las horas de servicio				7	3	4	84	Normal		CA-T003
Regulador de aspiración	EC02	EC02-F001	El regulador está mal calibrado				6	5	4	120	Componente en alto riesgo	EC02-F001-AC001	CA-T004
		EC02-F002	Mantenimiento inadecuado				6	5	3	90	Normal		CA-T005
			Regulador averiado				7	3	3	63	Normal		CA-T006
Cañerías	EC03	EC03-F001	Cañerías rotas				8	2	7	112	Componente en alto riesgo	EC03-F001-AC001	CA-T007
			Uniones mal acopladas				8	5	3	120	Componente en alto riesgo	EC03-F002-AC001	CA-T008
		EC03-F002	Objeto extraño dentro de la tubería				8	3	4	96	Normal		CA-T009
Tornillos	EC04	EC04-F001	Fatiga del material				8	4	2	64	Normal		CA-T010
		EC04-F002	Ingreso de impurezas junto con el aire				8	6	2	96	Normal		CA-T011
			Ingreso de impurezas junto con el aceite				8	6	2	96	Normal		CA-T012
Cojinetes	EC05	EC05-F001	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes				9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F001-AC001	CA-T013
			Falta de lubricación a los cojinetes				9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F001-AC002	CA-T014

Sistema:		Sistema N°:	Facilitador:					Fecha:	Hoja N°:	
Compresor de aire		CT-V-001	Byron Gordón					27 /04/2009	2	
Subsistema:		Subsistema N°:	Auditor/es:					Fecha:	De:	
Elementos de compresión		EC	Fernando Pilca-Marco Velásquez					20/05/2009	2	
COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA				ESTADO	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	CÓDIGO DE TAREA	
			G	F	D	IPR				
Cojinetes	EC05	EC05-F002	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F002-AC001	CA-T015
			Falta de lubricación a los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F002-AC002	CA-T016
		EC05-F003	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F003-AC001	CA-T017
			Falta de lubricación a los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F003-AC002	CA-T018
		EC05-F004	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F004-AC001	CA-T019
			Falta de lubricación a los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F004-AC002	CA-T020
Envoltura	EC06	EC06-F001	Envoltura rota	9	5	2	90	Normal		CA-T021
			Empaques rotos	7	7	2	98	Normal		CA-T022
		EC06-F002	Envoltura rota	9	5	2	90	Normal		CA-T023
			Empaques rotos	7	7	2	98	Normal		CA-T024

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

Tabla 5.31 Extracto del cuadro de acciones correctivas para el compresor Compair. (VER ANEXO 9)

Sistema:			Sistema N°:	Facilitador:	Fecha inicial:	Hoja N°:			
Compresor de aire			CT-V-001	Byron Gordon	07/02/2009	1			
Subsistema:			Subsistema N°:	Auditor/es:	Fecha final:	De:			
Elementos de compresión			EC	Pilca - Velásquez	05/05/2009	2			
COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	ACCIÓN CORRECTIVA	G	F	D	IPR	CÓDIGO DE TAREA
Filtro de aire	EC01-F001	Mala selección del filtro de recambio	EC01-F001-AC001	Utilizar para el cambio filtros de calidad comprobada	8	2	3	48	CA-102
Regulador de aspiración	EC02-F001	El regulador esta mal calibrado	EC02-F001-AC001	Aumentar el número de inspecciones del caudal de aire descarga	6	4	2	48	CA-103
Cañerías	EC03-F001	Cañerías rotas	EC03-F001-AC001	Aumentar el número de inspecciones	8	2	4	64	CA-104
		Uniones mal acopladas	EC03-F001-AC002	Aumentar el número de inspecciones	8	2	3	48	CA-105
Cojinetes	EC05-F001	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	EC05-F001-AC001	Aumento del número de inspecciones	9	4	1	36	CA-106
		Falta de lubricación a los cojinetes	EC05-F001-AC002	Establecer un período adecuado para lubricar los cojinetes, revisar las recomendaciones del fabricante	9	4	1	36	CA-107
	EC05-F002	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	EC05-F002-AC001	Aumento del número de inspecciones	9	4	1	36	CA-108

Sistema:		Sistema N°:	Facilitador:	Fecha inicial:	Hoja N°:				
Compresor de aire		CT-V-001	Byron Gordon	07/02/2009	2				
Subsistema:		Subsistema N°:	Auditor/es:	Fecha final:	De:				
Elementos de compresión		EC	Pilca - Velásquez	05/05/2009	2				
COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	ACCIÓN CORRECTIVA	G	F	D	IPR	CÓDIGO DE TAREA
Cojinetes	EC05-F002	Falta de lubricación a los cojinetes	EC05-F002-AC002	Establecer un período adecuado para lubricar los cojinetes, revisar las recomendaciones del fabricante	9	4	1	36	CA-109
	EC05-F003	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	EC05-F003-AC001	Aumento del número de inspecciones	9	4	1	36	CA-110
		Falta de lubricación a los cojinetes	EC05-F003-AC002	Establecer un período adecuado para lubricar los cojinetes, revisar las recomendaciones del fabricante	9	4	1	36	CA-111
	EC05-F004	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	EC05-F004-AC001	Aumento del número de inspecciones	9	4	1	36	CA-112
		Falta de lubricación a los cojinetes	EC05-F004-AC002	Establecer un período adecuado para lubricar los cojinetes, revisar las recomendaciones del fabricante	9	4	1	36	CA-113

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.4.4 TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA EL EQUIPO.

Todas las tareas de mantenimiento deben ser técnicamente viables, aplicables y efectivas, optimizando cada uno de los recursos destinados para su realización. Se utiliza una codificación adicional para cada una de las tareas de mantenimiento que se desprenden de los diferentes tipos de fallo. Esta codificación esta estructurada de la siguiente manera:

CA-T000

CA	Código de Tarea para el Compresor Compair
T	Inicial de tarea
000	Código de la identificación de la tarea de mantenimiento

Se ha desarrollado un formato para la descripción de la tarea de mantenimiento propuesta en base al siguiente proceso sistemático:

- El código de la tarea.
- Denominación de la tarea
- Estrategia de mantenimiento utilizada.
- La descripción tarea propuesta.
- Período de frecuencia de mantenimiento.
- Tiempo estimado de duración de la tarea.
- Repuestos utilizados para cumplir con la tarea.
- Herramientas necesarias para el desarrollo de la tarea.
- Perfil del personal que desempeña la tarea.

5.4.5 APLICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA EL EQUIPO.

Tabla 5.32 Extracto de la aplicación de las tareas de mantenimiento para el equipo. (VER ANEXO 10)

Sistema:		Sistema N:	Facilitador:				Fecha :	Hoja N°:	
Compresor de aire		CT-V-001	Byron Gordón			07/02/2009			1
Subsistema:		Subsistema:	Auditor/es:				Fecha :	De:	
Elementos de compresión		EC	Fernando Pilca -Marco Velásquez			05/05/2009			6
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL	
CA-001	Selección de filtro de admisión aire	Mantenimiento preventivo	Realizar la selección de un filtro adecuado para la aplicación. Utilizar el manual de mantenimiento.	No es periódica	15 minutos	Ninguno	Ninguna	Ingeniero mecánico	
CA-002	Limpieza del filtro de aire	Mantenimiento preventivo	Desconectar el equipo. Abrir la puerta de acceso a bisagra, desmontar el filtro de aire, revisar el estado, limpiar el filtro y el cuerpo del filtro.	1 semana	15 minutos	Ninguno	Ninguna	Técnico mecánico	
CA-003	Cambio de filtro de admisión	Mantenimiento preventivo	Apagar el equipo, abrir la puerta de acceso a bisagra, para realizar el cambio del filtro de aire por uno nuevo previamente seleccionado, limpiar el interior del cuerpo del filtro y montar un elemento nuevo en el cuerpo del filtro.	Cuando se cumplan las horas de servicio del filtro	10 minutos	Filtro de aire	Ninguna	Técnico mecánico	
CA-004	Calibración del regulador de aire	Mantenimiento preventivo	Apagar el equipo, retirar la pared metálica frontal del equipo, proceder a verificar si esta correctamente calibrado, si es necesario calibrar el paso de aire	No es periódica	30 minutos	Ninguno	Llave de calibración	Técnico mecánico	

Sistema:		Sistema N:	Facilitador:				Fecha :	Hoja N°:
Compresor de aire		CT-V-001	Byron Gordón				07/02/2009	2
Subsistema:		Subsistema:	Auditor/es:				Fecha :	De:
Elementos de compresión		EC	Fernando Pilca -Marco Velásquez				05/05/2009	6
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-005	Calibración del regulador de aire	Mantenimiento preventivo	Apagar el equipo, retirar la pared metálica frontal del equipo, proceder a verificar si esta correctamente calibrado, si es necesario calibrar para que exista paso de aire al elemento de compresión	No es periódica	30 minutos	Ninguno	Llave de calibración	Técnico mecánico
CA-006	Cambio del regulador de aire	Mantenimiento preventivo	Desconectar el equipo, retirar la pared frontal del equipo y verificar el funcionamiento del regulador, si es necesario cambiar el regulador	No es periódica	45 minutos	Ninguno	Llave de calibración	Técnico mecánico
CA-007	Inspección de cañerías	Mantenimiento preventivo	Comprobar que las cañerías y accesorios se encuentren en buen estado de ser necesario cambiar por cañerías y accesorios adecuados	1 mes	30 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-008	Inspección de uniones de las cañerías	Mantenimiento preventivo	Verificar que no existan fugas en las uniones de accesorios y tuberías, de encontrarse fugas rectificar la falla.	1 mes	31 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.5 CARTA DE LUBRICACIÓN.

5.5.1 FUNDAMENTOS DE LUBRICACIÓN

La fricción tal como se la conoce hoy en día en las máquinas se puede controlar y aun reducir mediante la utilización eficiente de la lubricación. Los grandes desarrollos en esta materia permiten formar películas más eficientes y resistentes al desgaste, con menores esfuerzos a la cizalladura que provocan una reducción en el desgaste en los mecanismos y un menor consumo de energía.

5.5.1.1 Características de la lubricación

Un lubricante moderno es el resultado de una compleja mezcla de bases lubricantes, tanto minerales como sintéticas con aditivos. Este producto debe cumplir con varias labores diferentes, aunque algunas de ellas, a veces, vayan en direcciones contrarias.

- Reducir el rozamiento mejorando el rendimiento del motor y disminuyendo el consumo de carburante
- Proteger los órganos mecánicos contra el desgaste y la corrosión para garantizar la longevidad y la eficacia del motor
- Mantener el conjunto de las piezas en un perfecto estado de limpieza, evacuando las impurezas con el cambio de aceite
- Reforzar la impermeabilidad, indispensable para asegurar el buen funcionamiento del motor
- Evacuar de manera eficaz el calor, enfriando el motor para evitar la deformación de las piezas

En el presente documento se registrarán los elementos o componentes del equipo que necesitan de lubricación para su correcto funcionamiento, para proceder ha seleccionar un lubricante apropiado para cada uno de los elementos y calcular el tiempo de vida útil bajo las condiciones de operación, mediante este cálculo se procederá a establecer las fechas de cambio y el período adecuado de inspección del lubricante para comprobar el estado del mismo.

5.5.2 SELECCIÓN DE ELEMENTOS

La selección de los elementos o componentes se la realiza mediante el manual de mantenimiento del equipo, donde se encuentra registrados los elementos que necesitan lubricación para su funcionamiento. Estos elementos son:

- Elementos de compresión (tornillos)
- Cojinetes del motor principal

5.5.3 SELECCIÓN DE LUBRICANTES

La correcta lubricación de los mecanismos de un equipo permite que estos alcancen su vida de diseño y que garanticen permanentemente la disponibilidad del equipo, reduciendo al máximo los costos de lubricación, de mantenimiento y las pérdidas por lucro cesante. Existen varios aspectos a considerar para realizar una buena selección del lubricante adecuado, como parámetros de diseño del equipo, entre los más importantes, temperatura velocidad cargas y medio ambiente en el que trabaja el equipo.

5.5.3.1 Aspectos a tomar en cuenta

Siempre que se vaya a seleccionar el aceite para un equipo industrial se debe tener en cuenta que sea especificación I.S.O. y que cualquier recomendación que se de debe llevarse a este sistema; así debe tomarse en cuenta:

- Selección del aceite industrial, de la misma marca que los lubricantes que se están utilizando en la empresa y su aplicación en el equipo recomendado como: motor, engranajes, turbina, sistema hidráulico, compresor, u otro.
- Consulta en el catalogo del fabricante del equipo, las características del lubricante a utilizar (tipo, viscosidad)
- Si el equipo indica la utilización de un lubricante sintético, no intentar cambiar por otro que no sea el recomendado, pues el equipo puede dañarse seriamente.
- En el caso de sistemas hidráulicos y turbinas, verificar el nivel de limpieza ISO de aceite y comprobar que no tenga aditivos EP (externa

presión), a menos que el equipo lo especifique. Aplique el producto en el nivel de limpieza recomendado.

- Prestar atención y cuidados a los filtros de aire y tomas de aire del motor, para la entrada de polvo y otras partículas al motor.
- Dejar calentar el motor suficientemente antes de aplicar cargas pesadas.
- Selección del grado ISO del aceite requerido a la temperatura de operación en el equipo

Tabla 5.33 Lubricantes equivalentes.

Grado ISO	Grado ASTM	Grado AGMA	Grado SAE			
			MOTOR		ENGRANES	
			Monogrado	Multigrado	Monogrado	Multigrado
10	-	-	-	-	-	-
15	75	-	-	-	-	-
22	105	-	0W,5W	-	75	-
32	150	-	10W	-	-	-
46	215	1	10W,15W	-	-	-
68,68 EP	315	2,2EP	20W,20	10w30 20W20	80,80W	-
100,100 EP	465	2,2EP	25W,30	5W50 15W40	-	-
150,150 EP	700	2,2EP	40	15W50 20W40	-	-
220, 220 EP	1000	2,2EP	50	-	90	85W,90
320,320EP	1500	2,2EP	-	-	-	85W,140
460,460EP	2150	2,2EP	-	-	140	-
680,680EP	3150	2,2EP	-	-	-	-
1000,1000EP	4650	2,2EP	-	-	-	-
1500,1500EP	7000	2,2EP	-	-	250	-

Fuente: BARBA, Seminario: Mantenimiento Quito 2006

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.5.3.2 Grasas Lubricantes

Se emplean para zonas en las que no se puede aplicar lubricantes líquidos, bien por falta de condiciones para su retención, bien porque la atmósfera de polvo

y suciedad en que se encuentra la máquina aconseja la utilización de un lubricante pastoso, que proporcione las siguientes características:

- Control de fricción
- Control de desgaste
- Prevenir la corrosión
- Prevenir la herrumbre
- Servir como sello

Una de las características más importantes de las grasas es el punto de goteo, es decir, la temperatura mínima a la cual la grasa contenida en un aparato especial empieza a gotear por un orificio situado en la parte inferior, otras de las propiedades se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5.34 Características de las grasas.

Resistencia al agua	Esta propiedad depende del tipo de jabón base con el que se haya elaborado. Algunas tienden a disolver con el agua, mientras otras se sostienen firmemente ante la presencia de la misma
Consistencia	Esta propiedad se expresa comúnmente en términos de penetración ASIM o grado ULGI y ha servido de base para la clasificación de las grasas. La consistencia de una grasa es un factor determinante en la capacidad de lubricar, sellar y mantener en su posición original.
Goteo	Representa la temperatura mínima a la cual la grasa contenida en un aparato especial empieza a gotear por un orificio situado en la parte inferior.


Fuente: BARBA, Seminario: Mantenimiento Quito 2006

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

La selección del lubricante se obtiene de la recomendación que realiza el fabricante, para cada uno de los elementos, se hace uso del manual del operador para esta selección. Además hay que considerar que para que la garantía del

equipo tenga vigencia, se advierte que se debe utilizar los repuestos y lubricantes recomendados por el fabricante.

Tabla 5.35 Recomendaciones de lubricación.

		Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda.	
A.- RECOMENDACIONES GENERALES			
Validas para equipos y partes comunes a las diferentes secciones de la planta.			
Equipo: Compresor Compair		Código: CT-V-001	
Elemento	Producto recomendado	Cantidad en litros	Frecuencias
a) Elementos de compresión (tornillos)	Castrol Aircol PD 68	1	I: semanal C: Cada 4000 horas bajo condiciones ideales
Ingreso del lubricante: Derivación lateral del tanque de recuperación.			
Nota: Quitar y limpiar la arandela y el tapón. Rellenar el recuperador hasta el nivel correcto con el aceite Castrol Aircol PD 68			
Elemento	Producto recomendado	Cantidad en litros	Frecuencias
Cojinetes del motor principal	Grasa Esso Unirex N3	No aplica	I: Seis meses C: 8000 horas
Ingreso del lubricante: Boquillas para grasa			
Nota: Se recomienda después de lubricar los cojinetes del motor, encender el equipo para eliminar los excesos de lubricante en las boquillas.			
Clave: I: Inspección y/o relleno C: cambio de lubricante			

Fuente: Propia

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.5.3.3 Lubricantes Seleccionados

5.5.3.3.1 Datos técnicos de aceite.

Tabla 5.36 Datos técnicos del aceite

Descripción	Fabricante
Denominación	Aircol PD 68
Fabricante	Castrol
Grado ISO	68
Densidad a 15 ° C, en kg / LTR	0.878
Viscosidad a 40 ° C, cSt	68
Viscosidad a 100 ° C, cSt	8.57
Índice de viscosidad	96
Punto de inflamación, ° C	222
Vierta el punto, ° C	-15
VD-L Grado Número (DIN 51506)	68

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.5.3.3.2 Descripción del lubricante.

Numerado según la clasificación de viscosidad ISO. 3448 la gama Castrol Aircol PD son lubricantes para compresores de aire se producen con aceites bases de alta calidad asegurando una buena resistencia natural a la oxidación. Estos lubricantes contienen antioxidantes que además de dar resistencia a la oxidación al lubricante también brinda una protección a los elementos lubricados contra la oxidación. Dispone además de inclusión de inhibidores de corrosión. En línea con la especificación DIN 51506, estos grados de aceite son recomendados para compresores de aire con las temperaturas de la descarga sobre los 220°C, estos aceites han dado excelentes resultados en compresores donde la temperatura de descarga se ha elevado repentinamente.

Propiedades y beneficios: La gama Castrol Aircol PD es aceptada por los fabricantes líderes de compresores de aire, y puede ser confiadamente

recomendado por su alta eficiencia, por ser económico y por un funcionamiento seguro en los compresores aire de todos los tipos. Las siguientes características de los aceites Aircol PD contribuyen a su alto rendimiento:

- Alta resistencia a la oxidación
- Mínimo riesgo de explosión, fuego o carbonización
- Largo período de mantenimiento y reparación.
- Reduce la limpieza de cañerías y el reemplazo de válvulas
- Mínimo tiempo de descarga del compresor.
- Extiende los intervalos de cambio de aceite
- Protección superior contra la oxidación y la corrosión
- Fácil arranque a bajas temperaturas

5.5.3.3.3 Datos técnicos de la grasa.

Tabla 5.37 Datos técnicos de la grasa

Descripción	Fabricante
Denominación	Esso Unirexx N3
Fabricante	Esso
Tipo de espesante	Complejo de litio
Grado NLGI	3
Color, visual	Verde
Textura	Suave, untuosa
Punto de gota, ASTM D 2265, °C	230
Viscosidad del aceite base, ASTM D 445, cSt a 40 °C	115
Índice de viscosidad del aceite base, ASTM D 2270	95
Penetración, trabajada, 60 golpes, ASTM D 217, mm/10	235
Cambio en la penetración tras 100.000 golpes, ASTM D 217, mm/10	30
Separación del aceite, ASTM D 6184, % masa a 100 °C/30 horas	0.6
Prueba de corrosión EMCOR, ASTM D 6138 (agua destilada), calificación	0.1
Lavado con agua a 79 °C, ASTM D 1264, % masa	3.5
Vida útil de la grasa, DIN 51821 (FE-9), L50 horas a 140 °C	283
Vida útil de la grasa, DIN 51821 (FE-9), L50 horas a -160 °C	104

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

5.5.3.3.4 Descripción de la grasa utilizada.

UNIREX N Grasa para lubricación de cojinetes a altas temperaturas. Son productos de calidad “premium” con complejo de litio adecuados para servicios a altas temperaturas en rodamientos. Estas versátiles grasas se pueden usar en una amplia gama de aplicaciones industriales y están particularmente recomendadas para la lubricación de motores eléctricos. UNIREX N 3 es una grasa de grado NLGI 3 frecuentemente utilizada para aplicaciones especiales tales como cojinetes de motores eléctricos sellados de por vida, cojinetes montados verticalmente y aplicaciones de gran velocidad. Las grasas UNIREX N no se deben usar en condiciones de extrema presión en las que se requieran propiedades adicionales antisoldadura. UNIREX N 3 cumple los requisitos necesarios para su calificación como grasa lubricante DIN 51825 -K3N -20 e ISO L-XBDGB 3.

Tabla 5.38 Ventajas y beneficios de la grasa utilizada

Propiedades	Ventajas y Beneficios potenciales
Excelentes prestaciones a altas temperaturas	El espesante de complejo de litio confiere resistencia al reblandecimiento /desgaste total de los cojinetes a temperaturas de hasta 190 °C
Extraordinaria vida útil de la grasa	Las pruebas de laboratorio con cojinetes muestran que la grasa presenta un extraordinario rendimiento a temperaturas de los cojinetes mayores de 120 °C
Muy buenas características a bajas temperaturas	Los requisitos de potencia de arranque son bajos a temperaturas de hasta al menos -29 °C y la grasa puede ser adecuada para su uso a temperaturas de hasta -40 °C en aquellas aplicaciones en las que el par no sea limitante. Cumple los requisitos DIN de presión de flujo a -20 °C.
Excelente estabilidad mecánica	Presenta una excelente resistencia al reblandecimiento debido al trabajo mecánico
Excelente resistencia al agua y la corrosión	Resiste el lavado con agua y protege a los cojinetes frente a la corrosión
Excelente rendimiento en aplicaciones de alta velocidad	Las características de accesibilidad proporcionan excelentes prestaciones en los rodamientos con pistas profundas que funcionan a altas velocidades. Unirex N3 se recomienda cuando el valor de DmN (diámetro medio del cojinete x la velocidad de rotación en rpm) sea mayor de 360.000

Fuente: Internet

Elaborado por: PILCA-VELÁSQUEZ

Aplicaciones

Debido a su extraordinarias características de estabilidad frente a la oxidación y de resistencia al reblandecimiento a altas temperaturas, las grasas UNIREX N se pueden utilizar en numerosas aplicaciones, tales como cojinetes de transportadores de hornos, rodamientos de secadoras, juntas rotativas para vapor, cojinetes de carretillas de hornos industriales, cojinetes de ventiladores de tiro inducido y equipos adyacentes a fuentes de calor de alta radiación tales como hornos convencionales, hornos de foso, etc.

UNIREX N 3 es una grasa de grado NLGI 3 utilizada para aplicaciones especiales tales como cojinetes sellados de por vida, cojinetes montados verticalmente y aplicaciones de gran velocidad.

Un aumento de temperatura influirá sobre la velocidad de oxidación y el deterioro térmico. Por consiguiente, es necesario lubricar con mayor frecuencia cuando las temperaturas son muy altas. Para las grasas UNIREX N, se recomienda que los intervalos de tiempo no superen una semana en condiciones de servicio continuo a 175 °C. A medida que las temperaturas se aproximan a los 190 °C se debe realizar a intervalos de 24 horas o en cada turno.

Los intervalos de lubricación variarán, como es lógico, según el tipo de servicio y deben basarse fundamentalmente en las recomendaciones del fabricante del motor.

5.6 NORMAS PARA LA EJECUCIÓN DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.

Para determinar cada una de las normas para la ejecución de operaciones se analizan los riesgos de trabajo propios de la empresa para proceder a enunciar acciones que minimicen dichos riesgos.

5.6.1 RIESGOS FÍSICOS.

5.6.1.1 Riesgos Eléctricos

- Solo personal calificado y autorizado efectuará reparaciones y mantenimientos eléctricos
- No se usarán conductores flexibles inadecuados
- Todas las conexiones eléctricas deberán contar con conexión a tierra de protección.
- Los aparatos y circuitos que componen una instalación eléctrica deben identificarse con etiquetas o rótulos, o por otros medios apropiados con el objeto de evitar operaciones equivocadas que puedan provocar accidentes
- Se revisará que no existan instalaciones eléctricas defectuosas
- Todo trabajador reportará si nota tomas de corriente rotas o sueltas, interruptores defectuosos, extensiones sin el debido aislamiento entre otras.
- No se utilizarán aparatos eléctricos con las manos mojadas o los pies en el agua.
- No se desconectará un aparato tirando del cable.
- Se colocará una debida señalización en los sitios de trabajo con riesgos eléctricos.
- Se dotará de protección personal según riesgos existentes.
- Antes de manipular en el interior del un generador, se deberá comprobar:

El paro de la máquina

La conexión en corto circuito y a tierra de los bornes de salida

El bloqueo del sistema contra incendios

La desconexión de la alimentación del rotor

Que la atmósfera no sea inflamable y explosiva

Colocar los avisos respectivos para evitar el arranque del equipo por personas no autorizadas

- Cualquier dispositivo o guarda de protección que sea retirado en el curso del mantenimiento, deberá ser colocado en la máquina o equipo eléctrico, caso contrario no podrá ser energizado nuevamente.

5.6.1.2 Riesgos provocados por fuentes de ruido

- Se analizará la fuente de se ruidos, las causas que lo originan y los lugares de trabajo que estén afectados.
- Si es posible se reemplazara la(s) máquina(s) que produzcan ruido excesivo que afecten al trabajador.
- Se deberán conocer los niveles de exposición, así como, la conformidad o disconformidad con los niveles de evaluación, los tipos de ruido y las vías de transmisión
- El límite máximo de presión sonora es de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza.
- Se informará a los trabajadores sobre el riesgo de audición y los medios de protección a utilizar.
- Se deberá señalar los lugares con riesgo y se establecerá una limitación de acceso.
- Se hará un reconocimiento médico a los trabajadores según la normativa legal
- El control de los ruidos buscara la eliminación, al menos, la reducción de los ruidos indeseables.
- Se eliminará el ruido de la fuente que lo produce, mediante reparación o nuevo desempeño de la maquinaria, engranajes, correas, poleas, etc.
- Se separará de la fuente de ruido, mediante pantallas o disposición de máquinas o demás equipos sobre soportes, filtros o amortiguadores de filtro.
- Equipo de protección personal (EPP). El oído es un órgano muy sensible que debemos proteger. Cuando las medidas técnicas de reducción de ruido resultan insuficientes, se dotará a los

trabajadores expuestos al ruido protección auditiva, como tapones o auriculares adecuadamente seleccionados para cada caso.

5.6.1.3 Riesgos provocados por vibraciones de los equipos

- Se disminuirá el tiempo de exposición
- Se establecerá un sistema de rotación de lugares de trabajo.
- Se establecerá un sistema de pausas durante la jornada laboral.
- Se intentará siempre que sea posible, minimizar la intensidad de las vibraciones.
- Se reducirá las vibraciones entre las piezas de las máquinas y los elementos que vayan a ser transformados.
- Se reducirá las vibraciones a causa del funcionamiento de la maquinaria o material, y de los motores, alternadores, etc., no equilibrados.
- La protección contra las vibraciones se basará fundamentalmente en intentar eliminarlas en la fuente, dotando a las máquinas de amortiguadores, a las herramientas electromecánicas de mangos acolchados, etc., por que los medios de protección contra ellos son muy limitados.

5.6.1.4 Riesgos provocados por inadecuada iluminación

- Se adecuará la cantidad y calidad de luz de acuerdo al trabajo que se va a realizar: grado de exactitud requerido detalles a tener en cuenta y duración de período de trabajo.
- Se mantendrá los vidrios de ventanas y de claraboyas completamente limpios.
- Se realizará el mantenimiento de los artefactos de iluminación que incluya revisión periódica de los mismos y de las instalaciones eléctricas, al igual que el cambio oportuno de los focos y tubos fluorescentes que se encuentren fundidos.
- Se pintarán periódicamente las paredes empleando colores que tengan el máximo porcentaje de reflectancia de la luz.

- Se mantendrá el valor de reflectancia recomendado para cada una de las áreas de la infraestructura del sitio de trabajo y para los instrumentos de trabajo.
- Los niveles mínimos de iluminación se establecerán de acuerdo al artículo 56 del reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo expedido por el IEES.

5.6.1.5 Riesgos provocados por temperatura del ambiente inadecuada.

La temperatura de los sitios de trabajo donde se realicen labores sedentarias propias de oficinas o similar estará comprendida entre 17 y 24°, entre los criterios básicos de prevención para el calor se tiene los siguientes:

- Cuando no se pueda reducir la temperatura ambiente, se establecerán períodos de descanso en lugares climatizados. También la higiene personal es importante: la piel debe mantenerse siempre limpia para facilitar la transpiración.
- Las instalaciones de salubridad y confort dispondrán de aireación y ventilación.
- En situaciones térmicas extremas se limitará el tiempo de permanencia de estas condiciones.
- Se establecerá períodos de actividad y reposo para evitar exposiciones térmicamente agresivas.
- Cuando la realización del trabajo lo requiera se dotará de ropa especial que dificulte el intercambio térmico.
- El trabajador deberá tomar líquido antes de empezar a trabajar.
- Durante la jornada laboral deberá ingerir líquido a menudo y en pequeñas cantidades.
- Tomar bebidas que contengan sales o bien poner un poco de sal al agua.
- Se evitará la ingestión del alcohol y de bebidas excitantes.
- Se establecerán pautas de descanso en ambientes más frescos.
- Se evaluará, en situaciones calurosas.

5.6.1.6 Riesgos provocados por radiaciones ultravioletas.

5.6.1.6.1 Soldadura con arco eléctrico.

Dotará a los trabajadores expuestos a radiaciones ultravioletas (soldadura con arco eléctrico) de gafas o pantallas protectoras con cristales absorbentes de radiaciones, y guantes y cremas aislantes para proteger las partes que quedan al descubierto.

5.6.1.7 Riesgos provocados por una limpieza inadecuada.

- Los locales de trabajo y dependencias anexas deberán mantenerse siempre en buen estado de limpieza.
- Todos los locales deberán limpiarse perfectamente, fuera de las horas de trabajo, con la debida anticipación para que puedan ser ventilados durante media hora, al menos, antes de la entrada al trabajo.
- Cuando el trabajo sea continuo, se extremarán las precauciones para evitar los efectos desagradables o nocivos del polvo o residuos, así como los entorpecimientos que la misma limpieza pueda causar en el trabajo.
- El pavimento no estará encharcado y se conservará limpio de aceite, grasa y otras materias resbaladizas los aparatos; máquinas, instalaciones, herramientas e instrumentos deberán mantenerse siempre en buen estado de limpieza.
- Se evacuarán los residuos de materias primas o de fabricación, bien directamente por medio de tuberías o acumulándolos en recipientes adecuados que serán incombustibles y cerrados con tapa si los residuos resultan molestos o fácilmente combustibles.
- Igualmente, se eliminarán las aguas residuales y las emanaciones molestas o peligrosas por procedimientos eficaces.
- Como líquido de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes. En los casos que sea imprescindible

limpiar o desengrasar con gasolina y otros derivados del petróleo, se extremarán las medidas de prevención de incendios.

- La limpieza de ventanas y tragaluces se efectuará, con la regularidad e intensidad necesaria.
- Para las operaciones de limpieza se dotará al personal de herramientas y ropa de trabajo adecuadas y, en su caso, equipo de protección personal.

5.6.1.8 Riesgos locativos.

- Se preparará el sitio de trabajo
- Se colocarán letreros, barreras o cintas en lugares en que existan riesgos incontrolables o temporales.
- Se establecerán normas de aseo y orden de materiales y herramientas en el sitio de trabajo
- No se permitirá utilizar sitios improvisados para realizar trabajos.
- Se deberá limpiar inmediatamente cuando se produzca un derrame o fuga de algún material.
- Se colocarán pisos antideslizantes cuando corresponda.
- Se habilitarán espacios para ubicar los desechos clasificados.

5.6.1.9 Riesgos Mecánicos.

5.6.1.9.1 Herramientas manuales y portátiles.

- Las herramientas de mano deberán ser seguras y adecuadas al trabajo a realizar y estarán en perfecto estado.
- Tendrán protecciones adecuadas, las que no serán modificadas y/o retiradas.
- Se adecuarán sitios de almacenamiento de herramientas apropiados a fin de evitar el deterioro y riesgos de accidentes por caídas de las mismas, para su transporte se adecuarán similares precauciones.
- Los elementos cortantes y punzantes estarán provistos de resguardos que no entorpezcan las operaciones a realizar.

- En ambientes que presentan riesgos de explosiones y/o incendios se verificará que las herramientas a emplearse no generen riesgos adicionales como por ejemplo chispas o llamas.
- Se verificará periódicamente el estado de las herramientas y se realizará mantenimientos regulares.
- Se vigilará el uso de las herramientas, únicamente para el fin que fueron diseñadas.
- Se dotará del equipo de protección personal adecuado.

5.6.1.9.2 Operación de maquinaria.

- Las máquinas se utilizarán únicamente en las funciones para las que han sido diseñadas.
- Todo operario que utilice una máquina deberá haber sido instruido y entrenado adecuadamente en su manejo y en los riesgos inherentes a la misma. Asimismo, recibirá instrucciones concretas sobre las prendas y elementos de protección personal que esté obligado a utilizar.
- No se utilizará una máquina si no está en perfecto estado de funcionamiento, con sus protectores y dispositivos de seguridad en posición y funcionamiento correctos.
- Para las operaciones de alimentación, extracción y cambio de útiles, que por el peso, tamaño, forma o contenido de las piezas entrañen riesgos, se dispondrán los mecanismos y accesorios necesarios para evitarlos.

5.6.1.9.3 Mantenimiento de maquinaria.

- Las máquinas, sus resguardos y dispositivos de seguridad serán revisados, engrasados y sometidos a todas las operaciones de mantenimiento establecidas por el fabricante, o que aconseje el buen funcionamiento de las mismas.
- Las operaciones de engrase y limpieza se realizarán siempre con las máquinas paradas, preferiblemente con un sistema de bloqueo, siempre desconectadas de la fuerza motriz y con un cartel bien

visible indicando la situación de la máquina y prohibiendo la puesta en marcha.

- En aquellos casos en que técnicamente las operaciones descritas no pudieren efectuarse con la maquinaria parada, serán realizadas con personal especializado y bajo dirección técnica competente.
- La eliminación de los residuos de las máquinas se efectuará con la frecuencia necesaria para asegurar un perfecto orden y limpieza del puesto de trabajo.

5.6.1.10 Riesgos Químicos.

5.6.1.10.1 Sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas.

Los trabajadores empleados en procesos sometidos a la acción de sustancias que impliquen riesgos especiales, serán instruidos teórica y prácticamente:

- De los riesgos que el trabajo presente para la salud.
- De los métodos y técnicas de operación que ofrezcan mejores condiciones de seguridad.
- De las precauciones a adoptar razones que las motivan.
- De la necesidad de cumplir las prescripciones médicas y técnicas determinadas para trabajo seguro.
- Estas normas serán expuestas en un lugar visible.
- En los locales de trabajo donde se empleen sustancias o vapores de índole corrosiva, se protegerán y vigilarán las instalaciones y equipos contra el efecto, de tal forma que derive ningún riesgo para la salud de los trabajadores.
- A tal efecto, los bidones y demás recipientes que las contengan estarán debidamente rotulados y dispondrán de tubos de ventilación permanente.

5.6.1.10.2 Almacenamiento, manipulación y trabajo en sitios de materiales inflamables.

- Los productos y materiales inflamables se almacenarán en locales distintos a los de trabajo, y si no fuera posible, en recintos

completamente aislados. En los puestos o lugares de trabajo sólo se depositará la cantidad estrictamente necesaria para el proceso.

- Antes de almacenar sustancias inflamables se comprobará que su temperatura no rebase el nivel de seguridad efectuando los controles periódicos.
- El llenado de los depósitos de líquidos inflamables se efectuará lentamente y evitando la caída libre desde orificios de la parte superior, para evitar la mezcla de aire con los vapores explosivos.
- Los recipientes de líquidos o sustancias inflamables se rotularán indicando su contenido, peligrosidad y precauciones necesarias para su empleo.
- Con anterioridad al almacenamiento de productos inflamables envasados, se comprobará el cierre hermético de los envases y si han sufrido deterioro o rotura.
- El envasado de sustancias inflamables se efectuará siempre con las precauciones y equipo personal de protección adecuado en cada caso.
- En los locales cerrados, en los que se almacenan o manipulan materias inflamables, estará prohibido fumar, así como llevar cualquier objeto o prenda que pudiera producir chispa o llama.
- Todos los trabajos de limpieza y reparación de tanques o depósitos que hayan contenido fluidos combustibles, se realizarán en presencia del técnico de seguridad, en su defecto de una persona calificada designada por la dirección.
- Las cubiertas de los tanques se abrirán con las precauciones necesarias, utilizando herramientas que no produzcan chispas.

5.6.1.11 Riesgos Ergonómicos.

Se garantizará el diseño de herramientas, máquinas, sistemas, tareas, trabajos y ambientes seguros, confortables y de uso humano efectivo. Algunas de las medidas que se tomaran en cuenta son las siguientes:

- Se evitará que los trabajadores prolonguen excesivamente su trabajo en una misma posición.
- En lo posible se mecanizarán los movimientos repetitivos y en todo caso la alternancia de los diferentes movimientos es del todo imprescindible.
- Se evitarán desplazamientos innecesarios mediante una racionalización en la distribución de equipos y trabajos a realizar.
- También se evitará trabajar en posiciones forzadas que son del todo ineficaces además de causa de lesiones osteomusculares.
- Se minimizarán las cargas de trabajo empleando útiles y sistemas de transporte mecánicos, adiestrando a las personas en su manejo, así como en las técnicas de levantamiento de cargas.
- Los trabajos con pantalla de visualización de datos serán regulados.
- Todo equipo de trabajo será estudiado en cuanto a facilitar su adecuación en su conducción y control.

5.6.1.12 Riesgos biológicos.

Actividades que Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. desarrolla no presentan riesgo biológico alto para los trabajadores ni para las personas que reciben la influencia de éstas; sin embargo se establece un estado de vigilancia permanente para el monitoreo y tratamiento de posibles amenazas biológicas, del cual se encargará el Supervisor de Seguridad de la empresa.

La disposición de los desechos, producto de las actividades de Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. serán tratados de acuerdo a la legislación vigente en lo referente a normativas ambientales.

5.7 MÉTODO SUGERIDO PARA LA EJECUCIÓN DE UN PLAN OPERATIVO.

El plan operativo es un documento oficial en el que los responsables de una organización (empresarial, institucional, no gubernamental...) o un fragmento

de la misma (departamento, sección, delegación, oficina...) enumeran los objetivos y las directrices que deben marcar a corto plazo. Por ello, un plan operativo se establece generalmente con una duración efectiva de un año, lo que hace que también sea conocido como plan operativo anual o POA.

El plan operativo es la culminación del detalle de un plan estratégico y de un plan director. Debido a esta circunstancia, el POA debe adaptar los objetivos generales de cada departamento, y traducir la estrategia global de la misma en el día a día de sus trabajadores.

Una de las utilidades fundamentales de establecer un plan operativo radica en que es posible, mediante las herramientas adecuadas, realizar un seguimiento exhaustivo del mismo, con el fin de evitar desviaciones en los objetivos.

El método sugerido para la ejecución de un plan operativo es el descrito en el manual de Ingeniería de Mantenimiento desarrollado por Ingeniero Luís Fernando Jácome profesor de la Facultad de Ingeniería Mecánica (**VER ANEXO 11**)

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- EL programa de mantenimiento desarrollado para la empresa Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. es el resultado de un proceso planificado, el cual sigue una secuencia organizada de pasos que culmina en el establecimiento de tareas de mantenimiento dirigido a los activos productivos de importancia para el desenvolvimiento óptimo de la empresa, además se determina normas para la ejecución de las operaciones de mantenimiento, con el objetivo de aumentar la disponibilidad de los activos físicos siguiendo procedimientos seguros para el personal del departamento de mantenimiento.
- Es de importancia en cualquier empresa la creación de un libro de control de actividades diarias del personal de mantenimiento, por que brinda gran información sobre el estado de los activos físicos, y nos permite plantear estrategias para aumentar la eficiencia de ellos.
- La aplicación de herramientas estadísticas y de gestión de mantenimiento facilitan el diagnóstico de la situación que vive la empresa, además demuestra la debilidad de los procedimientos que actualmente se desarrollan para dar una solución a los problemas que se presentan diariamente.
- Determinar tareas de mantenimiento para un activo físico de una empresa reduce la dependencia en un grupo o en una persona del departamento de mantenimiento, por que se hace de conocimiento general cada uno de los procedimientos para ese activo productivo.
- El análisis modal de fallos y efectos (AMFE) permite, mediante la ponderación, proponer y aplicar las acciones correctivas para mejorar el proceso que se

aplica para tratar un fallo, de forma que se reduce el riesgo de ocurrencia de ineficacias y, por lo tanto, el resultado es una mejora de la calidad del proceso.

- La implementación del programa de mantenimiento descrito en el presente proyecto queda pendiente y bajo el criterio de las autoridades máximas de la empresa, por lo que se hace necesario la presentación a dichas autoridades de los beneficios que se obtienen cuando se ejecuta un plan de mantenimiento preventivo diseñado específicamente para su empresa.
- Los procedimientos actuales de mantenimiento en la empresa Olympic Juice Olyjuice Cia. Ltda. no tienen un lineamiento claro y pueden traer grandes complicaciones con la baja disponibilidad de los activos físicos de la empresa en un futuro.
- El procedimiento realizado para la determinación de tareas de mantenimiento del compresor Compair se debe extender a todos los equipos de la empresa, iniciando por los equipos que se obtienen del análisis de Pareto y priorización, y que se establecieron como un problema de vital importancia para la empresa.
- La estructuración sistemática del AMFE permite recopilar una enorme cantidad de información que de otra forma sería imposible conseguir. Además, proporciona datos necesarios para decidir qué es lo que se debe hacer y por qué, de forma clara y concisa, fomentando el trabajo en grupo, al conformar el equipo AMFE, se pudo compartir criterios con el personal de mantenimiento, permitiéndonos tener una experiencia enriquecedora en la parte técnica y humana
- La aplicación exitosa de un programa de mantenimiento en una empresa depende de algunos factores como el cambio de mentalidad de los trabajadores, colaboración del personal de mantenimiento para trabajar de una forma planificada y ordenada, pero el punto clave es el apoyo de la Gerencia, por lo que sin este soporte los esfuerzos realizados serían en vano.

6.2 RECOMENDACIONES

- La implementación de un programa de mantenimiento preventivo apegado a la realidad de la empresa, es necesaria y urgente para poder evitar la pérdida de recursos al no tener un lineamiento claro y una estrategia bien definida.
- Es necesario capacitar técnicamente al personal de mantenimiento en temas como: actividades de mantenimiento, seguridad industrial, manejo de desechos, impactos medio ambientales, etc. es una inversión que se reflejara en una manera más técnica de realizar los procesos de mantenimiento, además que se eleva la autoestima del personal al sentir el interés que la empresa tiene por el crecimiento de sus empleados.
- Para la realización de las tareas de mantenimiento es preciso tener las herramientas adecuadas a disposición del personal, por lo que se recomienda realizar un inventario de las herramientas con las que cuenta el departamento de mantenimiento y de ser necesario dotar de las herramientas que se requiera.
- Debe ser una prioridad de la empresa la seguridad de sus empleados por lo que es necesario dotar del equipo de seguridad adecuado para realizar las diferentes tareas de mantenimiento.
- Una vez implantado el programa de mantenimiento; las acciones correctivas, tendientes a disminuir los Números de Prioridad del Riesgo en los modos de fallos seleccionados, el equipo AMFE se debe reunir con los responsables de la implantación, para evaluar los resultados. El responsable de la implantación de cada una de las acciones correctivas propuestas informa al grupo sobre cuáles han sido implantadas y cuándo se llevaran a cabo, así como de los resultados obtenidos en la evaluación de las acciones tomadas.

- Es importante guardar toda la información recopilada, y tener respaldos en archivos magnéticos, ya que por un descuido podría perderse datos de trascendental importancia para la empresa.
- El éxito de la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en una empresa tiene sus pilares principales en los lineamientos técnicos, pero se complementa de algunos factores como: la colaboración del personal de mantenimiento para desarrollar eficientemente, las nuevas tareas laborales implementadas, como por ejemplo: llenar el libro de control de actividades diarias. Por lo que se recomienda al encargado de la implementación del programa de mantenimiento hacer conocer los beneficios que genera trabajar de una forma planificada y ordenada.
- Es buena idea dotar al área de mantenimiento con equipos indispensables como una moderna computadora, impresora y escáner que serán de gran ayuda al momento de la recopilación de datos y administración de la información.

BIBLIOGRAFÍA

1. TAVARES, A.; Administración Moderna de Mantenimiento; Editorial Novo Polo Publicacoes, Brasil, 1992.
2. AGUINAGA, A.; Ingeniería del Mantenimiento, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2005.
3. DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA; Análisis Modal de Fallos y Efectos, Librería Hor Dago; España; 2002
4. BESTRATÉN, M., NTP 679 Análisis Modal de Fallos y Efectos AMFE, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, España; 2001.
5. MORROW L. C. Manual de Mantenimiento Industrial, Editorial Mc Graw-Hill, México 1986.
6. GRIMALDI-SIMONDS. La Seguridad Industrial Su Administración. Alfaomega México 1985.
7. D. KEITH DENTON. Seguridad Industrial. Mc Graw-Hill. México, 1984.
8. JACOME L. Ingeniería de Mantenimiento, Escuela Politécnica Nacional, 2008
9. JOHN MOUBRAY, Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, Buenos Aires, 2004
10. BARBA, Seminario: Mantenimiento Quito 2006
11. Manual del operador Compresor Compair
12. Lista de componentes Compresor Compair
13. ZABISKI E., "El Proceso de Planificación y Programación del Mantenimiento".2007
14. MARKS, "Manual del Ingeniero Mecánico", Volumen 1, Ed. McGraw-Hill, México.

CONSULTAS WEB

15. http://www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/diagrama_de_pareto.pdf.
16. http://www.emagister.com/mantenimiento_industrial/conceptos_del_mantenimient.pdf.
17. http://www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/diagrama_causa_efecto.pdf.
18. <http://www.fao.org/docrer/003/T0713S/T0713S00.HTM>.
19. <http://www.es.wikipedia.org/wiki/hielo>.
20. <http://www.Guiadelfrio.com>.
21. <http://www.solociencia.com/medicina/06020801.htm>
22. http://www.vozalmundo.com/files/Ing.Leonardoayala_Ingenieria_del_Mantenimiento.pdf

ANEXOS

ANEXOS 1. PLACAS DE DATOS DE LOS EQUIPOS.

PLACAS DE MÁQUINAS

Es muy fácil recoger información de las máquinas cuando estas cuentan con sus respectivas placas por lo contrario se vuelve complicado conocer los diferentes datos, por lo que es necesario recurrir a otras fuentes o métodos .

Placa Caldero

Caldero	
Marca	DISTRAL
Modelo	5L
Serie N0	107703350-1
Año	1977
Volt	110
Fases	1
Ciclos	60
FABRICANTE BAJO NORMAS ASME	
Aceite (GPH)N0 2	15.2

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

Placa Compresor de Tornillo

Compresor de Tornillo	
MARCA	INGERSOLLRAND
Compressor model	SSR-EP150
CAPACITY	55 CFM
RATED OPERATING PRESURE	125 PSIG
MAX. MODULATE PRESSURE	135 PSIG
NOMINAL DRIVE MOTOR	15 HP
TOTAL PACKAGE AMPS	44/22
VOLTS	230/460
PHASE/HERTS	Mar-60
CONTROL VOLTAGE	115
SERIAL NUMBER	J3520001F
CONTACTOR AMP RATING	60
ASSEMBLY AMP RATING	60
LOCKED ROTOR AMP	360
RATING OF ASS	Y

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

Placa Motor –generador

GENERADOR	
Marca	Cummins
Kw	450
Kva	563
pf	0,8
Duty	Staandby
voltaje	208*120
amp	156
phase	3
rpm	1800
hz	60
Class of insulation F	
field amp max	50
frame	680-1
voltaje regulador model no	KR7FFMX
NEMA MG1	
part no	3018395
model no	68ofdr7126JJW
serial no	SA 19-52025-18-03
MOTOR	
Engine No	31134441
Model	KTTA19GS
Conf No	
Date of mfg	3786
S.O No	50171
Ref No	
Injection timing code	8L
Injector torque	Inch-lbs
Injector travel	402 inch
Valve lash cold	0,14 int 0,27 ext
Fuel rate at advertised Hp	mm3/stroke
Advertised HP	at 1500 rpm
Advertised HP 685	at 1800 rpm

Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

Placa Transformador

Transformador		
Marca	Brollo	
Tipo	BRO	
Fase	3	
KVA nominal	300 Hz	50 Coll D/Yn
Vprim	220 D	
Vsec	440 Y	
Vcc	4,15	
Matri	9601001	
A prim	787,3	
A sec	393,6	
Masa total en Kg	976	

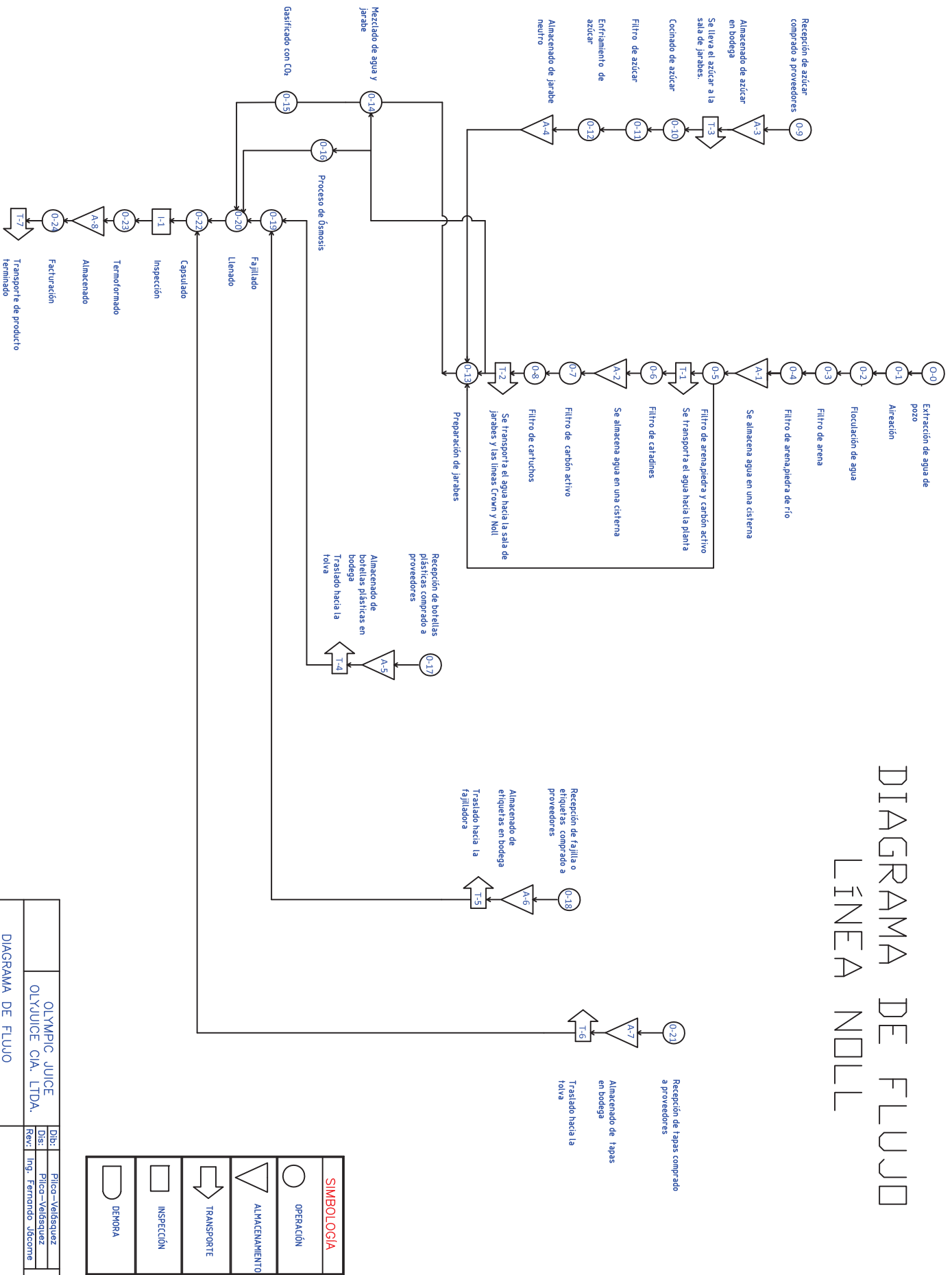
Fuente: Olympic Juice Olyjuice Cia Ltda.

Elaborado por: Pilca -Velásquez

Esta información debe tener toda la máquina y si no la tiene el personal de mantenimiento debe crear placas, de esta manera tener una administración de las máquinas muy ordenadas.

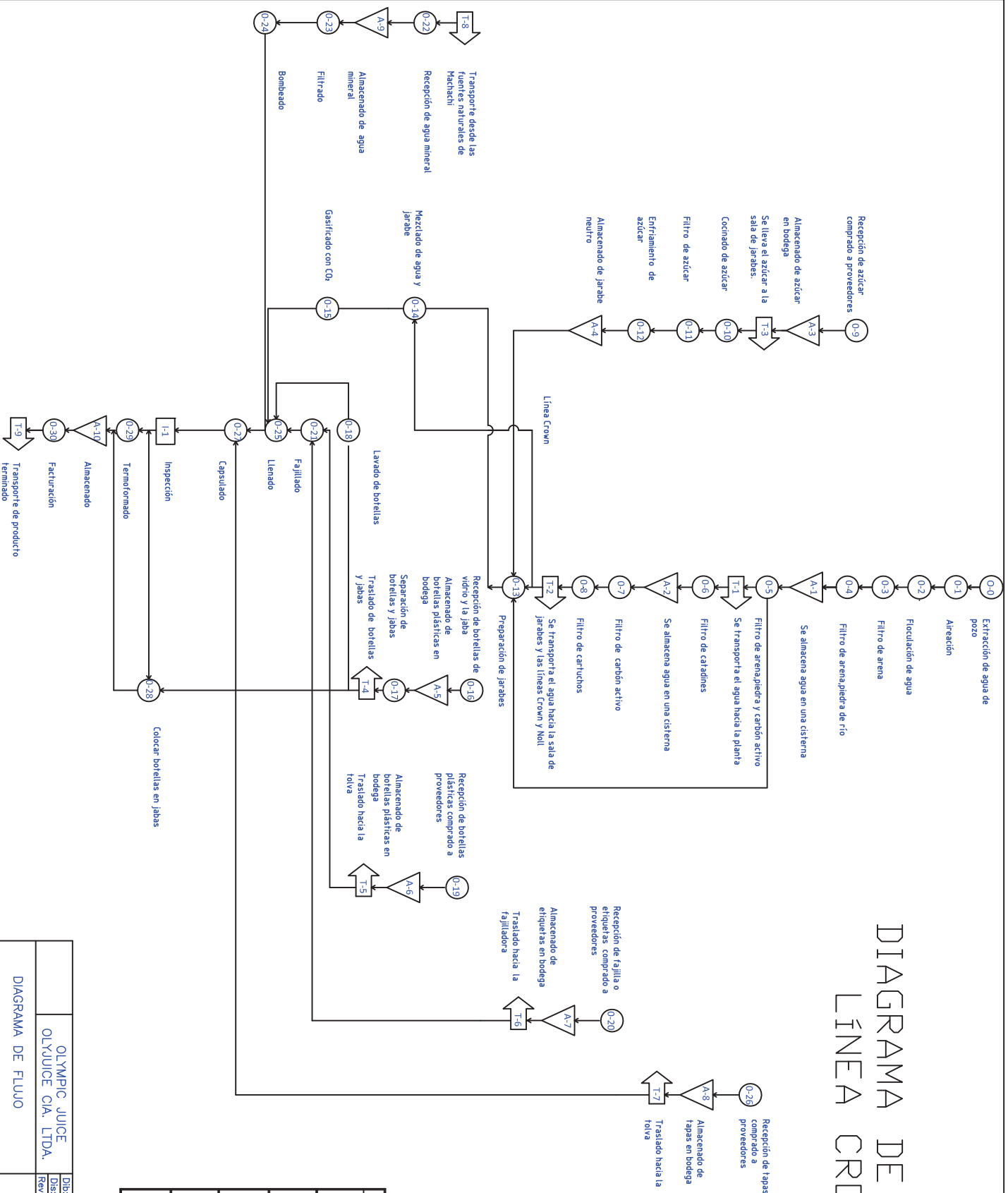
**ANEXOS 2. DIAGRAMAS DE FLUJO DE LOS PROCESOS DE
PRODUCCIÓN.**

DIAGRAMA DE FLUJO LÍNEA NOLL



OLYMPIC JUICE OLYJUICE CIA. LTDA.	Dib:	Plica-Veldsquez	ESCALA:
	Dis:	Plica-Veldsquez	
DIAGRAMA DE FLUJO	Rev:	Ing. Fernando Ugoime	FECHA:
			29/09/2008

DIAGRAMA DE FLUJO LÍNEA CROWN



SIMBOLOGIA	
○	OPERACIÓN
▽	ALMACENAMIENTO
→	TRANSPORTE
□	INSPECCIÓN
▭	DEMORE

OLYMPIC JUICE		ESCALA:	
OLYJUICE CIA. LTDA.		20/06/2008	
Dib:	Pico-Velásquez	Rev:	Ing. Fernando Jaconme
Dis:	Pico-Velásquez	FECHA	
DIAGRAMA DE FLUJO			

ANEXOS 3. LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS.

OLIMPYC JUICE ORANGINE
LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)

HOJA # 1

<i>Máquina</i>	<i>Fecha</i>	<i>Hora inicio</i>	<i>Hora Final</i>	<i>Falla</i>	<i>Diagnóstico</i>	<i>Trabajo Realizado</i>	<i>Repuestos Requeridos para trabajo</i>	<i>Condición de la máquina</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Persona responsable del trabajo</i>	<i>Registrado por</i>
Crown (Llenadora)	15/09/2008	07:00	08:00	Pistón de apertura neumática de válvulas ajustado	Cambiar pistón por uno nuevo	Embocinado de pistón	Electrodos E-7018 de acero inoxidable	Regular	Se debe cambiar el pistón (nuevo)	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown (Lavadora)	15/09/2009	19:00	21:00	El buje tipo pasador se rompe (se descalibró)	Cambiar el buje tipo pasador y calibrar.	Cambio y calibración de buje	Bocín y electrodos E-6011	Buena	Arreglar los brazos de entrada	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Noll (Llenadora)	16/09/2009	09:00	11:30	Guías de botellas dañadas (Fuga de jarabe)	Cambiar guías de bronce por guías de acero inoxidable nuevas	Enderezado y nivelado de guías torcidas	Ninguno	Mala	No se paro la máquina. Se debe cambiar las guías de bronce por guías de acero inoxidable.	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown Termo-encojible (Entrada de botellas)	16/09/2009	11:30	13:00	Las botellas se caen	Cadena torcida	Reemplazo de cadena	Cadena	Buena	Cambiar chumaceras del otro tramo	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown (Lavadora)	17/09/2009	13:00	15:00	Parada del equipo	Caja reductora dañada	Cambio de rodamientos, corona y retenedores	Cuatro rodamientos, dos retenedores y la corona.	Buena	Se debe revisar el nivel de aceite.	Byron Gordón	Pilca - Velásquez

OLIMPYC JUICE ORANGINE

LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)

HOJA # 2

Máquina	Fecha	Hora inicio	Hora Final	Falla	Diagnóstico	Trabajo Realizado	Repuestos Requeridos para trabajo	Condición de la máquina	Observaciones	Persona responsable del trabajo	Registrado por
Generador	18/09/2009	14:00	18:00	Baterías se descargan	Problema en el alternador y motor de arranque	Desmontaje del motor de arranque y alternador, para realizar el arreglo fuera de la planta	Ninguno	Buena	Revisar periódicamente que no haya descarga de batería	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Compresor de tornillo (Compair)	19/09/2009	13:30	16:00	El aire ingresa con un caudal inferior al regulado.	Mal funcionamiento del regulador	Calibración del regulador de aire	Ninguno	Buena	Ninguna	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Fajilladora 1/4	20/09/2008	10:30	12:00	Parada del equipo	Contactador quemado	Cambio de contactor	Contactor	Buena	Comprar contactores de calidad	Byron Gordón – Danilo Minga	Pilca - Velásquez
Compresor de tornillo (Compair)	21/09/2009	19:00	21:00	Existe contactos entre los tornillos	Cojinetes desgastados	Cambio de cojinetes	Juego de cojinetes	Buena	Determinar el período de cambio del cojinetes	Byron Gordón – Danilo Minga	Pilca - Velásquez
Caldero (Bomba de Combustible)	22/09/2009	08:00	10:00	Parada de la bomba	Chavetero dañado	Rellenado de suelda	Electrodo E-7018	Regular	Ninguna	Luis Valladares	Pilca - Velásquez
Crown (lavadora)	23/09/2009	11:30	13:00	Cadena a punto de romperse	Eslabón roto	Cambio de eslabón	Eslabón	Buena	Ninguna	Luis Valladares	Pilca - Velásquez
Cisterna de tratamiento	29/09/2009	13:00	15:00	Problema con el tubo de succión	Aislamiento de la rosca	Cambio de neplo por uno nuevo	Neplo 15 cm. 2 pul	Buena	Ninguna	Byron Gordón	Pilca - Velásquez

OLIMPYC JUICE ORANGINE

LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)

HOJA # 3

Máquina	Fecha	Hora inicio	Hora Final	Falla	Diagnóstico	Trabajo Realizado	Repuestos Requeridos para trabajo	Condición de la máquina	Observaciones	Máquina	Fecha
Noll (Capsuladora)	30/09/2009	07:00	08:00	Parada del equipo	Capsuladora trabada	Desmontaje de caja reductora, cambio de rodamientos	Rodamientos	Buena	Se encontró un perno en el disco de embrague.	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Caldero (Bomba de Combustible)	30/09/2009	14:00	18:00	La bomba no está calibrada	Cambiar el buje tipo pasador y calibrar.	Cambio y calibración de la bomba	Bocín y electrodos E6011	Buena	Arreglar los brazos de entrada	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown (Bomba de jarabe)	01/10/2008	07:00	08:00	Parada de la bomba	Corto circuito en el cableado	Empalmado de uniones	Cinta adhesiva aislante	Buena	Cambiar el cableado	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown (bomba de jarabe)	01/10/2008	09:00	09:30	Parada de la bomba	Cortocircuito en el cableado	Empalmado de uniones	Cinta adhesiva aislante	Buena	Se recomienda cambiar cable	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Compresor de tornillo (Compair)	02/10/2008	16:00	17:30	Envoltura Incapaz de contener el aceite	Existen fugas de aceite	Revisión y correctivo de uniones	Ninguno	Buena	Ninguna	Byron Gordón - Luis Valladares	Pilca - Velásquez
Noll (Regulador de gas)	02/10/2009	06:30	20:00	Baja entrada de CO2	Perno regulador del CO2 aislado	Cambio de perno	Perno	Buena	Se recomienda cambiar el regulador de CO2	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Caldero (banda)	03/10/2008	13:00	14:00	Banda salida	Motor no está balanceado	Cambio de banda	Banda	Regular	Se recomienda cambiar motor principal y chumaceras	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Noll (Llenadora)	04/10/2008	07:00	07:30	Parada del equipo	Equipo está descalibrado	calibración	Ninguno	Buena	Se recomienda cambiar catalinas	Byron Gordón	Pilca - Velásquez

OLIMPYC JUICE ORANGINE

LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)

HOJA # 4

<i>Máquina</i>	<i>Fecha</i>	<i>Hora inicio</i>	<i>Hora Final</i>	<i>Falla</i>	<i>Diagnóstico</i>	<i>Trabajo Realizado</i>	<i>Repuestos Requeridos para trabajo</i>	<i>Condición de la máquina</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Persona responsable del trabajo</i>	<i>Registrado por</i>
Compresor de amoniaco	04/10/2008	08:00	13:00	Falta de enfriamiento	No se impregna bien el gas	Cambio de turbina	Turbina	Buena	Se recomienda cambiar las turbinas	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Caldero (quemador)	06/10/2008	07:00	17:00	No hay chispa	Relé dañado	Cambio de Relé	Relé	Buena	Se recomienda cambiar tableros a otro lugar por la vibración.	Danilo Minga	Pilca - Velásquez
Caldero (Bomba de Combustible)	07/10/2008	09:00	19:30	Fuga de diesel bomba	Impulsor roto	Cambio de bomba	Bomba	Buena	Se recomienda cambiar motor principal y chumaceras	Byron Gordón - Luís Valladares	Pilca - Velásquez
Noll (Capsuladora)	08/10/2008	11:00	12:00	Tapas Flojas	Máquina descalibrada	Calibración del equipo	Ninguno	Buena	Se debe cambiar rodamientos	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Compresor de tornillo (Compair)	08/10/2008	15:00	17:00	Paso de aire limitado	Filtro saturado	Limpieza del filtro	Ninguno	Buena	Se recomienda cambio de filtro	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown (Lavadora)	09/10/2008	08:00	09:00	Parada del equipo	Relé quemado	Cambio de fusible	Fusible	Buena	Cambiar por fusibles nuevos	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Caldero	09/10/2008	09:00	10:00	Parada del equipo	Pernos de la base de la chumacera rotos	Pernos	Regular	Buena	Cambiar motor existe mucha vibración	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown (Lavadora)	09/10/2008	13:00	18:00	No ingresan bien las botellas	Máquina descalibrada y chumacera rota	Calibración del equipo	Ninguno	Regular	Ninguna	Byron Gordón	Pilca - Velásquez

OLIMPYC JUICE ORANGINE

LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)

HOJA # 5

Máquina	Fecha	Hora inicio	Hora Final	Falla	Diagnóstico	Trabajo Realizado	Repuestos Requeridos para trabajo	Condición de la máquina	Observaciones	Persona responsable del trabajo	Registrado por
Compresor de tornillo (Compair)	10/10/2008	08:00	10:00	Parada del equipo, mensaje en el visualizador muestra una falla en el ventilador	Ventilador no enciende	Revisión y reseteo del equipo	Filtro de admisión	Buena	Determinar el período de cambio del filtro	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Compresor (pistón 15 HP)	10/10/2008	10:00	15:00	Parada del equipo	Chaqueta con cigüeñal remordidos	Reparación completa overhall	Ninguno	Buena	No olvidar el cambio de aceite	Luis Valladares	Pilca - Velásquez
Noll (Capsuladora)	10/10/2008	15:00	17:00	Tapas flojas	Cabezal dañado	Cambio de cabezal	Cabezal Usado	Buena	Hay que cambiar Rodamientos e imanes de los cabezales	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Compresor de tornillo (Compair)	11/10/2008	09:00	13:00	Se enciende la luz del panel indicando una falla del ventilador	Insuficiente cantidad de aire de enfriamiento	Revisión del ventilador	Ninguno	Buena	Ninguna	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Montacargas	11/10/2008	13:00	14:00	Parada del montacargas	Caja trabada	Cambio de chaquetas	Chaquetas	Buena	Los operadores estén pendientes del aceite	Luis Valladares	Pilca - Velásquez
Noll (Capsuladora)	12/10/2008	09:00	10:00	Fuga de aire	Tubería rota	Cambio de tubería	Neplo 1/2"	Buena	Ninguna	Byron Gordón	Pilca - Velásquez

OLIMPYC JUICE ORANGINE

LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)

HOJA # 6

Máquina	Fecha	Hora inicio	Hora Final	Falla	Diagnóstico	Trabajo Realizado	Repuestos Requeridos para trabajo	Condición de la máquina	Observaciones	Persona responsable del trabajo	Registrado por
Tanque Agua mineral	13/10/2008	08:00	09:00	Fuga de agua	Tanque roto	Soldadura y cambio de válvula 3"	Electrodo R-60 de 1/8"	Buena	Anclar de una forma segura al cajón	Luis Valladares	Pilca - Velásquez
Compresor de tornillo (Compair)	13/10/2008	10:00	12:00	Parada del equipo. No existe suministro de energía interna	Mal funcionamiento del contactor	Revisión y cambio del contactor	Contactor	Buena	Tener en bodega repuestos	Danilo Minga	Pilca - Velásquez
Fajilladora 1/4	14/10/2008	07:30	09:00	Parada del equipo	Entrada del PLC suelta	Ajuste del cable	Ninguno	Buena	Determinar un período adecuado para la inspección del cableado del equipo	Danilo Minga	Pilca - Velásquez
Compresor de tornillo (Compair)	14/10/2008	09:00	10:00	Parada del equipo	Fusible quemado	Cambio de fusible	Fusible	Buena	Ninguna	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Caldero	14/10/2008 15/10/2008	16:30 07:00	18:00 11:00	Parada del equipo	Eje de la bomba de combustible roto	Cambio de ejes, chumaceras y motor principal	Ejes, turbina, motor, chumacera, motor, pernos	Buena	Se recomienda realizar baqueteo	Byron Gordón - Luis Valladares	Pilca - Velásquez
Noll (Capsuladora)	15/10/2008	11:00	12:00	Tapas mal ajustadas	Pernos flojos	Ajuste y calibración	Ninguno	Buena	Se debe cambiar rodamientos e imanes	Byron Gordón	Pilca - Velásquez

OLIMPYC JUICE ORANGINE

LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)

HOJA # 7

Máquina	Fecha	Hora inicio	Hora Final	Falla	Diagnóstico	Trabajo Realizado	Repuestos Requeridos para trabajo	Condición de la máquina	Observaciones	Persona responsable del trabajo	Registrado por
Fajilladora1/4	16/10/2008 17/10/2008	18:30 07:00	22:00 10:00	Cadena trabada	Grasa de la caja reductora con suciedad	Cambio de grasa mas liviana	Grasa	Buena	Se debe poner grasa con aceite	Byron Gordón - Luís Valladares	Pilca - Velásquez
Fjilladora1/4	17/10/2008	10:30	11:30	Parada del equipo	Perno guía suelto	Cambio de pernos	Pernos	Buena	Ninguna	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown(Lavadora)	17/10/2008	15:00	16:30	Parada del equipo	Bornera descalibrada	Cambio y calibración de bornera	Bornera	Buena	Hay que reparar chumacera que esta dañada	Byron Gordón - Danilo Minga	Pilca - Velásquez
Crow (Lavadora)	18/10/2008	08:00	10:00	Parada de la caja reductora	Rodamiento, retenedores, corona dañados	Cambio de rodamientos y retenedores	Rodamientos y retenedores	Regular	Se necesita una nueva corona	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Compresor de tornillo (Compair)	18/10/2008	10:00	14:00	Parada del equipo	Cañería dañada	Cambio de tramos	Tramos de cañería	Buena	Ninguna	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Noll (Mezclador)	20/10/2008	07:00	08:30	Parada del equipo	Problema con los térmicos del motor de la bomba	Cambio de los térmicos, se volvió a resetear y programar	Térmicos	Buena	Ninguna	Byron Gordón	Pilca - Velásquez

OLIMPYC JUICE ORANGINE

LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)

HOJA # 8

Máquina	Fecha	Hora inicio	Hora Final	Falla	Diagnóstico	Trabajo Realizado	Repuestos Requeridos para trabajo	Condición de la máquina	Observaciones	Persona responsable del trabajo	Registrado por
Noll (Guía de entrada llenadora)	20/10/2008	10:00	11:00	Parada del equipo	Guía dañada	Cambio de la guía de acero inoxidable	Tramo de material de Duralon	Buena	Cambiar guía nueva. Se paró la máquina	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown (Mezclador premix)	20/10/2008	16:00	18:00	Parada del equipo	Problemas con la electroválvula, diafragma del presostato flojo.	Arreglo del diafragma y electroválvula	Ninguno	Buena	Hay que cambiar presostato	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown (Mezclador premix)	21/10/2008	07:00	08:30	No arranca el equipo	Sobre presión de CO2 por fuga de la cañería	Recambio de tramos de cañería y se calibro presostatos	Ninguno	Buena	Se debe cambiar cañerías por manguera de presión	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Caldero (Bomba de Combustible)	22/10/2009	08:00	10:00	Parada de la bomba	Desprendimiento de suelda	Rellenado de suelda	Electrodo E-7018	Buena	Ninguna	Luis Valladares	Pilca - Velásquez

OLIMPYC JUICE ORANGINE

LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)

HOJA # 9

Máquina	Fecha	Hora inicio	Hora Final	Falla	Diagnóstico	Trabajo Realizado	Repuestos Requeridos para trabajo	Condición de la máquina	Observaciones	Persona responsable del trabajo	Registrado por
Termo-encojible1/4	23/10/2008	10:00	13:00	No sella bien	Resistencias en malas condiciones	Cambio resistencias de teflón	Resistencias, teflón	Buena	Se debe cambiar teflón cada tres meses. Resistencia de corte y sellado cada tres semanas.	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Noll (Capsuladora)	23/10/2008	07:00	08:00	Uniones mal ajustadas	Cabezal descentrado	Calibración	Ninguno	Regular	Hay que hacer calibraciones periódicamente	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Compresor Tornillo de 30hp	21/10/2008	08:30	12:00	Parada del equipo	Corto circuito en las entradas del contactor	Encargado: INGERFIVE	-	Buena	Ninguna	INGEFIVE	Pilca - Velásquez
Caldero	25/10/2008	10:00	12:00	Parada del equipo	Bomba defectuosa	Cambio de bomba	Bomba nueva	Buena	Ya es la tercera bomba por no haber cambiado rápido chumacera y motor	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Sala de jarabes, (Tanque de agitación)	06/11/2008	08:00	08:30	Parada del equipo	Motor trabado por acumulación de agua	Destrabado del motor	Ninguno	Regular	Cambiar motor	Byron Gordón	Pilca - Velásquez

OLIMPYC JUICE ORANGINE

LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)

HOJA # 10

<i>Máquina</i>	<i>Fecha</i>	<i>Hora inicio</i>	<i>Hora Final</i>	<i>Falla</i>	<i>Diagnóstico</i>	<i>Trabajo Realizado</i>	<i>Repuestos Requeridos para trabajo</i>	<i>Condición de la máquina</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Persona responsable del trabajo</i>	<i>Registrado por</i>
Sala de jarabes, (Tanque de agitación)	06/11/2008	08:40	09:20	Parada del equipo	Rodamientos en mal estado	Cambio de rodamientos	Rodamientos	Regular	Cambiar motor	Byron Gordón – Danilo Mlnga	Pilca - Velásquez
Sala de jarabes, (Tanque de agitación)	06/11/2008	14:00	15:00	Parada del equipo	Motor quemado	Cambio de motor	Motor temporal	Mala	Cambiar motor	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Crown (Bomba de jarabe)	05/11/2008	17:00	18:30	Parada de la bomba	Corto circuito en las borneras del motor	Limpieza de borneras	Ninguno	Buena	Poner protecciones para que no se introduzca agua en motores y bombas	Byron Gordón Danilo	Pilca - Velásquez
Compresor de tornillo (Compair)	10/11/2008	12:30	14:30	Parada del equipo	Sobre presión en el equipo	Seteo del equipo	Ninguno	Buena	El operador debe verificar los encendidos, las presiones, temperaturas adecuadas	Byron Gordón Danilo	Pilca - Velásquez
Noll (Capsuladora)	20/11/2008	15:30	17:20	Mal tapado	Falla en rodamientos	Cambio de rodamientos	Rodamientos	Buena	Seguir cambiando rodamientos	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Noll (Fajilladora)	26/11/2008	09:30	17:30	Parada del equipo	Banda del motor de la fajilladora rota.	Cambio de banda	Banda	Buena	Tener en stock los repuestos	Danilo Mlnga	Pilca - Velásquez

OLIMPYC JUICE ORANGINE

LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)

HOJA # 11

Máquina	Fecha	Hora inicio	Hora Final	Falla	Diagnóstico	Trabajo Realizado	Repuestos Requeridos para trabajo	Condición de la máquina	Observaciones	Persona responsable del trabajo	Registrado por
Fjilladora1/4	27/11/2008	09:00	10:25	Parada del equipo	Electroválvula del seguro de la fajilla dañada	Cambio de electroválvula	Electro válvula	Buena	Ninguna	Danilo Minga	Pilca - Velásquez
Noll (Capsuladora)	26/11/2008	10:00	11:00	Parada del equipo	No se aumentó la frecuencia	Aumento de la frecuencia	Ninguno	Buena	El operador debe trabajar a la frecuencia normal	Danilo Minga	Pilca - Velásquez
Noll y Crown (bomba mezcladora)	28/11/2008	10:00	18:00	Bajo nivel del brix	Bomba mezcladora con problemas	Cambio del sello de la bomba por uno de Tungsteno	Sello	Buena	Ninguna	Byron Gordón Danilo	Pilca - Velásquez
Noll (Bomba de vacío)	10/12/2008	18:00	22:00	Parada del equipo	Cortocircuito del cableado	Cambio fusible	Fusible de 20 amperios	Buena	Ninguna	Byron Gordón - Danilo Minga	Pilca - Velásquez
Tanque de preparación de jarabe	12/12/2008	08:00	13:00	Impurezas en el producto	La pintura se desprende	Repintado del tanque	Pintura epóxica para manejo de alimentos	Buena	Dar mantenimiento al tanque o verificar el estado del tanque	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Fjilladora1/4	12/13/2008	17:30	18:30	Cadena trabada	Grasa de la caja reductora con suciedad	Cambio de grasa mas liviana	Grasa	Buena	Determinar una grasa adecuada para la tarea	Byron Gordón - Danilo Minga	Pilca - Velásquez

OLIMPYC JUICE ORANGINE

LIBRO DE CONTROL DE ACTIVIDADES DIARIAS (BITÁCORA)

HOJA # 12

<i>Máquina</i>	<i>Fecha</i>	<i>Hora inicio</i>	<i>Hora Final</i>	<i>Falla</i>	<i>Diagnóstico</i>	<i>Trabajo Realizado</i>	<i>Repuestos Requeridos para trabajo</i>	<i>Condición de la máquina</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Persona responsable del trabajo</i>	<i>Registrado por</i>
Crown (Lavadora)	16/12/2008	15:00	17:30	Parada del equipo	Cadena desgastada	Cambio de piñón	Piñón	Buena	Verificar estado de piñones cada tres meses	Byron Gordón	Pilca - Velásquez
Fjilladora1/4	20/12/2008	13:30	15:00	Parada del equipo	Problema con el cableado de entrada en el PLC	Busca y reparación del daño	Ninguno	Buena	Determinar un período adecuado para la inspección del cableado del equipo	Danilo Minga	Pilca - Velásquez
Compresor de tornillo (Compair)	23/12/2008	08:15	11:35	El aire que ingresa tiene impurezas	Filtro roto	Cambio de filtro	Filtro de admisión	Buena	Determinar el período de cambio del filtro	Byron	Pilca - Velásquez
Crown (Lavadora)	02/01/2009	17:00	18:05	Parada del equipo	Cadena de salida de la máquina dañada	Cambio de cadena	Cadena	Buena	Mantener lubricadas chumaceras	Byron	Pilca - Velásquez

ANEXOS 4. REGISTRO DE EQUIPOS

ITEM	MÁQUINA	MARCA	CODIGO	CARACTERISTICAS
1	Compresor	COMPAIR	CT-V-001	De tornillo 53 Kw
2	Compresor	INGERSOLLRAND	CT-V-002	De tornillo 15 HP
3	Compresor	INGERSOLLRAND	CP-V-003	De tornillo de 30 HP
4	Compresor	INGERSOLLRAND	CP-V-004	Pistón
5	Compresor	INGERSOLLRAND	CP-V-005	Pistón
6	Deshumificador	ZEKS	DH-V-006	1,5 HP
7	Caldero	Distral	CL-I-007	50 BHP
8	Motor-Generador	CUMMINS	GR-N-008	450 Kw
9	Transformador	BROLLO	TF-V-009	Vprim 220 D
10	Lavadora	CROWN	LV-N-101	Botellas de vidrio
11	Fajilladora	SN	FJ-I -102	Botellas de 250 y 500 cm3
12	Fajilladora	NARITA	FJ-I -103	Botellas de 3125 y 1500 cm3
13	Llenadora	CROWN	LN-I-104	40 DISPENSADORES
14	Llenadora	NOLL	LN-I-105	70 DISPENSADORES
15	Capsuladora	ALCOHA	CS-I-106	8 dispositivos de capsulado(Crown)
16	Capsuladora	CONTARDI	CS-I-107	14 dispositivos de capsulado(Noll)
17	Coronadora	CROWN	CR-I-108	10 Dispositivos de coronado
18	Termoencogible	SN	TR-I-109	En la línea NOLL
19	Termoencogible	SN	TR-I-110	En la línea CROWN
20	Codificadora	VIDEOJET	CD-N-111	En la línea NOLL
21	Codificadora	VIDEOJET	CD-N-112	En la línea CROWN
22	Marmita	SN	MR-I-113	Capacidad de 60 quintales
23	Interenfriador	PAASCH-SILKERBORG	IE-N-114	
24	Homogenizador	VIZCONIZER	HG-N-115	
25	Atinizador	STOUTZ-ACTINATOR	AT-N-116	

ITEM	MÁQUINA	MARCA	CÓDIGO	CARACTERÍSTICAS
26	Despulpador	SN	DP-N-117	
27	Equipo de Osmosis	CULLIGAN	OM-N-118	
28	Máquina para Bolos	VLLESVIF	MB-N-119	
29	Bomba	GOULDS	BC-N-120	(sumergible)15 Hp
30	Bomba	GOULDS	BC-N-121	1,5HP(Sala de jarabes)
31	Bomba	GOULDS	BC-N-122	1 HP(Sala de jarabes)
32	Bomba	MAYER	BC-N-123	7 HP(cisterna)
33	Bomba	GOULDS	BC-N-124	7 HP
34	Bomba	SN	BC-N-125	Bomba de vacio(Noll)
35	Bomba	SN	BC-N-126	7 HP(Noll)
36	Bomba	GOULDS	BC-N-127	5 HP(Noll)
37	Bomba	MAYER	BC-N-128	15 HP(Caldero)
38	Bomba	GOULDS	BC-N-129	5 HP (Lavadora e intercambiador)
39	Bomba	GOULDS	BC-N-130	5 HP
40	Bomba	MAYER	BC-N-131	7,5 HP(Cisterna)
41	Bomba	GOULDS	BC-N-132	3 HP(Crown Bomba Jarabe)
42	Bomba	GOULDS	BC-N-133	5HP(Crown)
43	Bomba	GOULDS	BC-N-134	7 HP(Noll y Crown Mezcladora)
44	Bomba	MAYER	BC-N-135	5HP(Mezcladora)
45	Bomba	GOULDS	BC-N-136	7 HP(Marmita)
46	Bomba	GOULDS	BC-N-137	5 HP(Interenfriador)
47	Bomba	GOULDS	BC-N-138	1,5 HP(Ósmosis)
48	Bomba	GOULDS	BC-N-139	1,5 HP (Bolos)
49	Bomba	GOULDS	BC-N-140	3 HP
50	Bomba	GOULDS	BC-N-141	3 HP

ITEM	MÁQUINA	MARCA	CÓDIGO	CARACTERÍSTICAS
51	Bomba	GOULDS	BC-N-142	1 HP(Agua Mineral)
52	Bomba	GOULDS	BC-N-143	1 HP(Agua Mineral)
53	Bomba	GOULDS	BC-N-144	1,5 HP (Trat. Aguas servidas)
54	Bomba	GOULDS	BC-N-145	1,5 HP (Trat. Aguas servidas)
55	Motoreductores	GOULDS	MD-N-146	30 rpm
56	Motoreductores	WEG	MR-N-147	60 rpm
57	Motoreductores	GOULDS	MR-N-148	34 rpm
58	Motoreductores	GOULDS	MR-N-149	35 rpm
59	Motoreductores	GOULDS	MR-N-150	36 rpm
60	Motoreductores	WEG	MR-N-151	30 rpm
61	Motoreductores	GOULDS	MR-N-152	38 rpm
62	Motoreductores	CITY	MR-N-153	39 rpm
63	Motoreductores	GOULDS	MR-N-154	40 rpm
64	Motoreductores	GOULDS	MR-N-155	41 rpm
65	Motoreductores	GOULDS	MR-N-156	30 rpm
66	Motoreductores	WEG	MR-N-157	34 rpm
67	Motoreductores	GOULDS	MR-N-158	30 rpm
68	Motoreductores	GOULDS	MR-N-159	
69	Motoreductores	GOULDS	MR-N-160	30rpm
70	Motoreductores	WEG	MR-N-161	60 rpm
71	Motoreductores	GOULDS	MR-N-162	48 rpm
72	Motoreductores	GOULDS	MR-N-163	60 rpm
73	Motoreductores	GOULDS	MR-N-164	30 rpm
74	Motoreductores	WEG	MR-N-165	60 rpm
75	Motoreductores	WEG	MR-N-166	30 rpm

ITEM	MÁQUINA	MARCA	CÓDIGO	CARACTERÍSTICAS
76	Motoreductores	WEG	MR-N-167	34 rpm
77	Motoreductores	WEG	MR-N-168	
78	Motoreductores	WEG	MR-N-169	34 rpm
79	Motoreductores	WEG	MR-N-170	60 rpm
80	Motoreductores	WEG	MR-N-171	34 rpm
81	Motores eléctricos	WEG	ME-N-172	1700 rpm
82	Motores eléctricos	WEG	ME-N-173	1700 rpm
83	Motores eléctricos	WEG	ME-N-174	1750rpm
84	Motores eléctricos	WEG	ME-N-175	1700 rpm
85	Motores eléctricos	WEG	ME-N-176	1750 rpm
86	Motores eléctricos	WEG	ME-N-177	1700 rpm
87	Motores eléctricos	WEG	ME-N-178	1700 rpm
88	Motores eléctricos	TAM	ME-N-179	1700 rpm,2 HP
89	Motores eléctricos	WEG	ME-N-180	1750 rpm
90	Cisterna de tratam.	SN	CI-N-181	100 m3
91	Regulador de gas	SN	RG-N-182	
92	Compresor de amoniaco	VILTER	CA-I-183	40 HP
93	Montacargas	TOYOTA	MC-I-184	
94	Tanque agua mineral	SN	TA-N-185	
95	Mezclador Noll	SN	MZ-I-186	
96	Mezclador Crown	SN	MZ-I-187	
97	Tanque Agitación (sala jar.)	SN	TA-N-188	
98	Compresor de amoniaco	VILTER	CA-I-189	40 HP
99	Tanque preparación de jar.	SN	TP-N-190	
100	Noll(guía entrada llenadora)	SN	GA-I-191	


ITEM	MÁQUINA	MARCA	CÓDIGO	CARACTERÍSTICAS
101	Taladro de pedestal	DE WALK	TP-N-201	1700 rpm , 1/8"-1"
102	Amoladora	SCRAPERLES	AM-N-202	Disco de 14"
103	Amoladora	BOSCH	AM-N-203	Disco de 7"
104	Equipo de Oxicorte	AGA(VICTOR)	EO-N-204	Modular
105	Esmeril	WEG	ES-N-205	2 HP, 1700 rpm
106	Soldadora	LINCOLN	SL-N-206	200 A, AC, 110-220 V
107	Taladro Manual	ISCRAPERLES	TM-N-207	3500 RPM, 110 V, 1/8"-3/4"

ANEXOS 5. FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO.

EJEMPLO DE FICHA TÉCNICA O DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO.

Es de gran ayuda para muchas aplicaciones a la hora de requerir algún dato de la máquina, por lo que su creación es esencial en el desarrollo de un programa de mantenimiento.

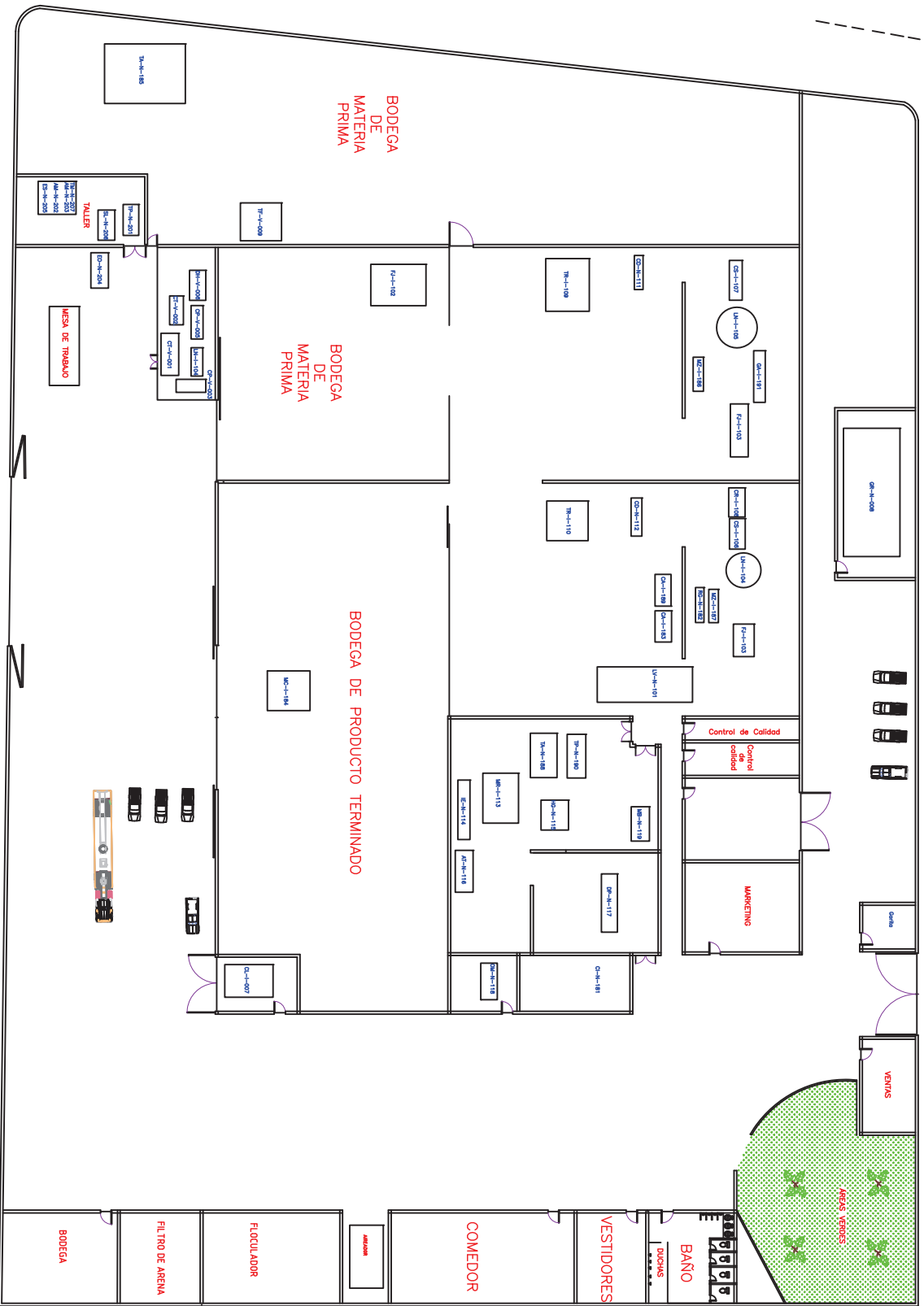
Datos técnicos del equipo CT-V-001

		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				PAGINA:	
						FECHA:2009/06/10	
						CODIGO:	
Ficha Técnica del Equipo							
Fabricante:		Proveedor:	N.D				
Marca:	CompAir	Serie:	F140/0567				
Modelo:	6060N13A	Año:	1993				
Ubicación:	Cuarto de Comp.	Sección:	Generación de aire				
Estado del Equipo:							
Nuevo	<input checked="" type="checkbox"/>	Usado	<input type="checkbox"/>	Reconstruido	<input type="checkbox"/>		
Fuente de Alimentación:							
Electricidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Aire	<input type="checkbox"/>	Combustible	<input type="checkbox"/>	Agua	<input type="checkbox"/>
Detalles Técnicos							
Voltaje:	220	Frecuencia:	60	Potencia:	50 hp		
Amperaje:		RPM:		Fase:	3		
						FOTO	
Equipos Eléctricos que lo conforman							
Equipo	Marca	Serie	Modelo	Voltaje(V)	Potencia(hp)	RPM	Corriente(A)
Motor eléctrico	N.D	FTM2568	LTY204	220/110	50		2
Otros Equipos que lo Conforman							
Equipo	Marca	Serie	Modelo	Voltaje(V)	Potencia(hp)	RPM	Corriente(A)

La recopilación de datos técnicos debe ser realizada por el personal de mantenimiento y planificarse para no entorpecer los trabajos regulares.

ANEXOS 6. LAY-OUT DE LAS INSTALACIONES

CALLE CARLOS FREIRE



DESCRIPCION	MARCA	MODELO	CAPACIDAD	ZONA
1	Industria Nacional	IND-1-001	2000 ppm	C-3
2	Industria Nacional	IND-1-002	2000 ppm	C-3
3	Industria Nacional	IND-1-003	2000 ppm	C-3
4	Industria Nacional	IND-1-004	2000 ppm	C-3
5	Industria Nacional	IND-1-005	2000 ppm	C-3
6	Industria Nacional	IND-1-006	2000 ppm	C-3
7	Industria Nacional	IND-1-007	2000 ppm	C-3
8	Industria Nacional	IND-1-008	2000 ppm	C-3
9	Industria Nacional	IND-1-009	2000 ppm	C-3
10	Industria Nacional	IND-1-010	2000 ppm	C-3
11	Industria Nacional	IND-1-011	2000 ppm	C-3
12	Industria Nacional	IND-1-012	2000 ppm	C-3
13	Industria Nacional	IND-1-013	2000 ppm	C-3
14	Industria Nacional	IND-1-014	2000 ppm	C-3
15	Industria Nacional	IND-1-015	2000 ppm	C-3
16	Industria Nacional	IND-1-016	2000 ppm	C-3
17	Industria Nacional	IND-1-017	2000 ppm	C-3
18	Industria Nacional	IND-1-018	2000 ppm	C-3
19	Industria Nacional	IND-1-019	2000 ppm	C-3
20	Industria Nacional	IND-1-020	2000 ppm	C-3
21	Industria Nacional	IND-1-021	2000 ppm	C-3
22	Industria Nacional	IND-1-022	2000 ppm	C-3
23	Industria Nacional	IND-1-023	2000 ppm	C-3
24	Industria Nacional	IND-1-024	2000 ppm	C-3
25	Industria Nacional	IND-1-025	2000 ppm	C-3
26	Industria Nacional	IND-1-026	2000 ppm	C-3
27	Industria Nacional	IND-1-027	2000 ppm	C-3
28	Industria Nacional	IND-1-028	2000 ppm	C-3
29	Industria Nacional	IND-1-029	2000 ppm	C-3
30	Industria Nacional	IND-1-030	2000 ppm	C-3
31	Industria Nacional	IND-1-031	2000 ppm	C-3
32	Industria Nacional	IND-1-032	2000 ppm	C-3
33	Industria Nacional	IND-1-033	2000 ppm	C-3
34	Industria Nacional	IND-1-034	2000 ppm	C-3
35	Industria Nacional	IND-1-035	2000 ppm	C-3
36	Industria Nacional	IND-1-036	2000 ppm	C-3
37	Industria Nacional	IND-1-037	2000 ppm	C-3
38	Industria Nacional	IND-1-038	2000 ppm	C-3
39	Industria Nacional	IND-1-039	2000 ppm	C-3
40	Industria Nacional	IND-1-040	2000 ppm	C-3
41	Industria Nacional	IND-1-041	2000 ppm	C-3
42	Industria Nacional	IND-1-042	2000 ppm	C-3
43	Industria Nacional	IND-1-043	2000 ppm	C-3
44	Industria Nacional	IND-1-044	2000 ppm	C-3
45	Industria Nacional	IND-1-045	2000 ppm	C-3
46	Industria Nacional	IND-1-046	2000 ppm	C-3
47	Industria Nacional	IND-1-047	2000 ppm	C-3
48	Industria Nacional	IND-1-048	2000 ppm	C-3
49	Industria Nacional	IND-1-049	2000 ppm	C-3
50	Industria Nacional	IND-1-050	2000 ppm	C-3
51	Industria Nacional	IND-1-051	2000 ppm	C-3
52	Industria Nacional	IND-1-052	2000 ppm	C-3
53	Industria Nacional	IND-1-053	2000 ppm	C-3
54	Industria Nacional	IND-1-054	2000 ppm	C-3
55	Industria Nacional	IND-1-055	2000 ppm	C-3
56	Industria Nacional	IND-1-056	2000 ppm	C-3
57	Industria Nacional	IND-1-057	2000 ppm	C-3
58	Industria Nacional	IND-1-058	2000 ppm	C-3
59	Industria Nacional	IND-1-059	2000 ppm	C-3
60	Industria Nacional	IND-1-060	2000 ppm	C-3
61	Industria Nacional	IND-1-061	2000 ppm	C-3
62	Industria Nacional	IND-1-062	2000 ppm	C-3
63	Industria Nacional	IND-1-063	2000 ppm	C-3
64	Industria Nacional	IND-1-064	2000 ppm	C-3
65	Industria Nacional	IND-1-065	2000 ppm	C-3
66	Industria Nacional	IND-1-066	2000 ppm	C-3
67	Industria Nacional	IND-1-067	2000 ppm	C-3
68	Industria Nacional	IND-1-068	2000 ppm	C-3
69	Industria Nacional	IND-1-069	2000 ppm	C-3
70	Industria Nacional	IND-1-070	2000 ppm	C-3
71	Industria Nacional	IND-1-071	2000 ppm	C-3
72	Industria Nacional	IND-1-072	2000 ppm	C-3
73	Industria Nacional	IND-1-073	2000 ppm	C-3
74	Industria Nacional	IND-1-074	2000 ppm	C-3
75	Industria Nacional	IND-1-075	2000 ppm	C-3
76	Industria Nacional	IND-1-076	2000 ppm	C-3
77	Industria Nacional	IND-1-077	2000 ppm	C-3
78	Industria Nacional	IND-1-078	2000 ppm	C-3
79	Industria Nacional	IND-1-079	2000 ppm	C-3
80	Industria Nacional	IND-1-080	2000 ppm	C-3
81	Industria Nacional	IND-1-081	2000 ppm	C-3
82	Industria Nacional	IND-1-082	2000 ppm	C-3
83	Industria Nacional	IND-1-083	2000 ppm	C-3
84	Industria Nacional	IND-1-084	2000 ppm	C-3
85	Industria Nacional	IND-1-085	2000 ppm	C-3
86	Industria Nacional	IND-1-086	2000 ppm	C-3
87	Industria Nacional	IND-1-087	2000 ppm	C-3
88	Industria Nacional	IND-1-088	2000 ppm	C-3
89	Industria Nacional	IND-1-089	2000 ppm	C-3
90	Industria Nacional	IND-1-090	2000 ppm	C-3
91	Industria Nacional	IND-1-091	2000 ppm	C-3
92	Industria Nacional	IND-1-092	2000 ppm	C-3
93	Industria Nacional	IND-1-093	2000 ppm	C-3
94	Industria Nacional	IND-1-094	2000 ppm	C-3
95	Industria Nacional	IND-1-095	2000 ppm	C-3
96	Industria Nacional	IND-1-096	2000 ppm	C-3
97	Industria Nacional	IND-1-097	2000 ppm	C-3
98	Industria Nacional	IND-1-098	2000 ppm	C-3
99	Industria Nacional	IND-1-099	2000 ppm	C-3
100	Industria Nacional	IND-1-100	2000 ppm	C-3

PLANTA DE PRODUCCION
 MAQUINA OLIVAR JUVIC
 MAQUINA OLIVAR S.A. UVA
 SECCION CENTRO DE ENERGIA
 MAQUINA OLIVAR JUVIC
 MAQUINA OLIVAR S.A. UVA
 SECCION CENTRO DE ENERGIA

ANEXOS 7. TABLA AMFE PARA EL COMPRESOR COMPAIR.

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 1
Subsistema: Elementos de compresión			Subsistema N°: EC	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 5
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Comprimir la mezcla aire/aceite a una presión superior a 4 bar.	Filtro de Admisión	EC01	Filtrar de impurezas el aire que ingresa	El aire que ingresa tiene impurezas	Filtro roto	EC01-F001	El aire ingresa con impurezas y se mezclan con el aceite, desgastando los tornillos en el proceso de compresión.
			Permitir el ingreso del aire filtrado	Paso de aire limitado	Filtro saturado	EC01-F002	No hay ingreso de aire, ocurre una parada repentina del equipo. Se enciende una señal luminosa intermitente, en el panel sobre el gráfico que representa el filtro de aire.
	Regulador de aspiración	EC02	Permitir el ingreso de aire con el caudal regulado	El aire ingresa con un caudal inferior al regulado.	Funcionamiento incorrecto del regulador	EC02-F001	El caudal de descarga del equipo es inferior al deseado.
			Permitir el ingreso de aire al elemento de compresión	El aire no ingresa al elemento de compresión	Funcionamiento incorrecto del regulador	EC02-F002	El aire no ingresa a la envoltura. El compresor no funciona. El equipo sufre una parada repentina
	Cañerías	EC03	Contener el aire hasta el elemento de compresión	Incapaz de contener el aire hasta el elemento de compresión	Existen fugas.	EC03-F001	Existen ruidos anormales en las cercanías de las cañerías
			Conducir el aire con el caudal necesario	El aire no tiene el caudal necesario	Cañerías parcialmente obstruidas	EC03-F002	Existen ruidos anormales y vibraciones excesivas en la tubería.

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 2
Subsistema: Elementos de compresión			Subsistema N°: EC	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 5
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Comprimir la mezcla aire/aceite a una presión superior a 4 bar.	Tornillo	EC04	Comprimir la mezcla aire/aceite que ingresa a la envoltura	No comprime el aire que ingresa	Tornillos fracturados	EC04-F001	La presión de descarga no es la necesaria para abrir la válvula de presión mínima, no existe descarga de aire.
			Transportar el aire del ingreso de la envoltura a la descarga	Existen pérdidas de aire en el proceso	Tornillos desgastados	EC04-F002	La presión de descarga no es la necesaria para abrir la válvula de presión mínima, no existe descarga de aire
	Cojinetes	EC05	Controlan los espacios libres entre los tornillos y la envoltura	Los tornillos tienen contacto con la envoltura	Cojinetes desgastados	EC05-F001	Existe un ruido anormal, aumento en las vibraciones y una elevación de la temperatura en la envoltura del equipo.
			Brindar apoyo axial a los tornillos	No existe apoyo a poyo axial a los tornillos. Existe contacto entre los tornillos	Cojinetes desgastados	EC05-F002	Existe un ruido anormal, aumento en las vibraciones y una elevación de la temperatura en la envoltura del equipo.
			Brindar apoyo radial a los tornillos	No existe apoyo a poyo radial a los tornillos. Existe contactos entre los tornillos	Cojinetes desgastados	EC05-F003	Existe un ruido anormal, aumento en las vibraciones y una elevación de la temperatura en la envoltura del equipo.
			Permitir el giro de los tornillos RPM: 2900	RPM inferior a la deseada	Problema con los Cojinetes	EC05-F004	El equipo enciende y sufre un parada repentina, después de pocos segundos

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 3
Subsistema: Elementos de compresión			Subsistema N°: EC	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 5
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Comprimir la mezcla aire/aceite a una presión superior a 4 bar.	Envoltura	EC06	Contener el aire de ingreso	Incapaz de contener aire	Existen fugas de aire	EC06-F001	No hay descarga de aire, y el equipo sufre una parada repentina.
			Contener el aceite que ingresa	Incapaz de contener el aceite	Existen fugas de aceite	EC06-F002	Bajo nivel de aceite, se enciende una señal luminosa intermitente en el panel sobre la figura que indica el nivel de aceite en el recuperador

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 1
Subsistema: Sistema Eléctrico			Subsistema N°: EL	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 7
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Proporcionar energía al equipo	Fuente de alimentación de energía	EL01	Proporcionar la energía eléctrica al equipo	Incapaz de proveer energía	No ingresa energía al equipo	EL01-F001	Paro total de la equipo
	Cables de línea	EL02	Conducir la energía entregada de la fuente al equipo	Incapaz de conducir energía	Funcionamiento incorrecto de los cables	EL02-F001	Paro total de la equipo
	Caja de fusibles	EL03	Permitir el paso de corrientes inferiores a 6.3 Amperios	No existe paso de corrientes inferiores a 6.3 Amperios	Funcionamiento incorrecto de la caja de fusibles	EL03-F001	Paro total de la equipo
	Contactador Principal	EL04	Suministrar de energía al equipo internamente	No existe suministro de energía interna	Mal funcionamiento del contactor	EL04-F001	Paro total de la máquina
	Relé de sobre carga térmica del motor principal	EL05	Desconectar el suministro de energía cuando existan sobrecargas térmicas	El equipo permanece conectado cuando existe sobre cargas térmicas	Terminales del relé soldados	EL05-F001	Temperatura elevada en el relé
Seguir una secuencia de arranque adecuado para el motor principal	Contactador estrella	EL06	Reducir la corriente pico generada en el arranque del motor	La corriente pico no es reducida	Funcionamiento incorrecto del contactor	EL06-F001	El motor no enciende, se enciende una señal luminosa intermitente en el panel sobre la figura que representa al motor

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 2
Subsistema: Sistema Eléctrico			Subsistema N°: EL	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 7
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Seguir una secuencia de arranque adecuado para el motor principal	Contactor Delta	EL07	Regular la corriente hasta alcanzar la corriente nominal para que el motor tenga la potencia necesaria	La corriente no es correctamente regulada	Funcionamiento incorrecto del contactor	EL07-F001	El motor no enciende, se enciende una señal luminosa intermitente en el panel sobre el gráfico que representa al motor
	Motor eléctrico	EL08	Girar como mínimo a 2900 RPM	Gira a menos de 2900 p.m.	Funcionamiento incorrecto del motor	EL08-F001	La presión de descarga es inferior a 4bar en el recuperador y no existe descarga de aire, se puede visualizar en el panel el número de revoluciones por minuto inferior a 2900
			Girar en sentido antihorario	Gira en sentido horario	Funcionamiento incorrecto del motor	EL08-F002	El motor no enciende, se enciende una señal luminosa intermitente en el panel sobre el gráfico que representa al motor
Proporcionar energía al motor del ventilador	Disyuntor miniatura	EL09	Interrumpir o abrir le circuito eléctrico cuando exista una sobrecarga de corriente	El circuito no se abre cuando existe sobre carga de corriente	Mal funcionamiento del disyuntor	EL09-F001	Aumento de temperatura del disyuntor
	Contactor del ventilador	EL10	Suministrar de energía al ventilador	No existe energía al ventilador	Mal funcionamiento del contactor	EL10-F001	El motor del ventilador no enciende, se enciende una señal luminosa intermitente en el panel sobre el gráfico que representa al ventilador

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 3
Subsistema: Sistema Eléctrico			Subsistema N°: EL	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 7
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Proporcionar energía al motor del ventilador	Motor del ventilador	EL11	Girar en sentido antihorario	Gira en sentido Horario	Funcionamiento incorrecto del ventilador	EL11-F001	Se enciende una señal luminosa intermitente en el panel sobre la figura que representa al ventilador
Controlar y proteger la máquina	Fusible F1	EL12	Permitir el paso de corrientes Inferiores a 5 Amperios	No existe de paso de corrientes inferiores a 5 Amperios	Fusible quemado	EL12-F001	Se visualiza el siguiente mensaje en el panel : Parada de emergencia
	Relés de parada de emergencia	EL13	Desconectar el suministro de energía cuando existan variaciones de energía	El equipo permanece conectado cuando existe variaciones de energía	Relés de emergencia averiados	EL13-F001	Se visualiza el siguiente mensaje en el panel : Parada de emergencia
	Sensor de nivel de aceite	EL14	Medir el nivel de aceite en el recuperador	No existe una lectura del nivel de aceite	Funcionamiento incorrecto del sensor	EL14-F001	Se visualiza el siguiente mensaje en el panel : Falla sensor de nivel
	Sensor de presión en el tanque de recuperación	EL15	Medir la presión de aire de descarga	No existe lectura de la presión de aire	Funcionamiento incorrecto del sensor	EL15-F001	Se visualiza el siguiente mensaje en el panel : Falla sensor de presión
	Sensor de temperatura de aceite	EL16	Medir la temperatura del aceite al ingreso a la envoltura	No existe lectura de la temperatura del aceite	Funcionamiento incorrecto del sensor	EL16-F001	Se visualiza el siguiente mensaje en el panel : Falla sensor de temperatura
	Cableado de sensores	EL17	Conducir las señales eléctricas entregadas por los sensores	Incapaz de conducir las señales eléctricas	No existe ingreso de señales eléctricas a la tarjeta de entrada	EL17-F001	Se visualiza el siguiente mensaje en el panel : falla en el sensor al cual corresponde la falla del cableado

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 4
Subsistema: Sistema Eléctrico			Subsistema N°: EL	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 7
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Controlar y proteger la máquina	Actuadores	EL18	Actuar ante las señales eléctricas con el fin de mantener a los fluidos dentro de un rango de operación adecuado	Incapaces de actuar ante las señales eléctricas	Funcionamiento incorrecto de los actuadores	EL18-F001	Ocurre una parada repentina del equipo al no funcionar dentro de un rango de operación adecuado.
Informar al operadores estado del equipo	Visualizador de estados y mensajes	EL19	Informar al operador del estado del equipo mediante mensajes	Incapaz de informar al operador el estado de la máquina	Visualizador en blanco	EL19-F001	El operador no puede apreciar los estados del equipo y los mensajes de posibles fallas
					Visualizador roto	EL19-F002	No se puede distinguir claramente el estado del equipo o los mensajes mostrados
	Conexiones eléctricas del visualizador	EL20	Conducir cada una de las señales eléctricas al visualizador	No existen conducción de señales eléctricas	Funcionamiento inadecuado de las conexiones	EL20-F001	El visualizador en blanco
Informar mediante señales luminosas el estado de los diferentes elementos del equipo	Lámparas indicadoras de daños	EL21	Indicar mediante señales luminosas intermitentemente cuando existan fallas con los elementos indicados en el esquema.	No se encienden las lámparas cuando existen fallas en los diferentes elementos	Lámparas quemadas	EL21-F001	No existe la información necesaria para el operador.

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 1
Subsistema: Enfriamiento de aceite			Subsistema N°: EA	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 6
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Mantener la temperatura del aceite en un rango de funcionamiento (75°C a 85°C)	Aceite	EA01	Formar una película de aceite que cubra los espacios entre los tornillos para evitar fugas de aire	Existen fugas de aire	Grado de aceite incorrecto	EA01-F001	No se alcanza la presión de descarga. Se enciende una señal luminosa intermitente en gráfico que indica la presión dentro del recuperador
					Aceite desgastado	EA01-F002	No se alcanza la presión de descarga. Se enciende una señal luminosa intermitente en gráfico que indica la presión dentro del recuperador
					Insuficiente cantidad de aceite	EA01-F003	No se alcanza la presión de descarga. Se enciende una señal luminosa intermitente en gráfico que indica la presión dentro del recuperador
			Lubricar las superficies de los tornillos	No existe lubricación adecuada	Grado de aceite incorrecto	EA01-F004	Desgaste de los tornillos
					Aceite desgastado	EA01-F005	Desgaste de los tornillos
					Insuficiente cantidad de aceite	EA01-F006	Desgaste de los tornillos
			Disminuir la temperatura superficial de los tornillos	La temperatura de los tornillos es elevada	Grado de aceite incorrecto	EA01-F007	Aumento de temperatura en la envoltura del elemento de compresión

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 2
Subsistema: Enfriamiento de aceite			Subsistema N°: EA	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 6
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Mantener la temperatura del aceite en un rango de funcionamiento (75°C a 85°C)	Aceite	EA01	Disminuir la temperatura superficial de los tornillos	La temperatura de los tornillos es elevada	Aceite desgastado	EA01-F008	Aumento de temperatura en la envoltura del elemento de compresión
					Insuficiente cantidad de aceite	EA01-F009	Aumento de temperatura en la envoltura del elemento de compresión
	Cañerías	EA02	Conducir el aceite sin que exista pérdidas del mismo	Existe pérdidas de aceite	Existen fugas	EA02-F001	Bajo el nivel de aceite. Se enciende una señal luminosa en el panel sobre el gráfico que indica el nivel del aceite
							Cumplir la función de aislante térmico (mantener la temperatura de la superficie exterior de las cañerías bajo los 40°C)
	Válvula termostática	EA03	Permitir la derivación de aceite al cuerpo del enfriador cuando tenga una temperatura superior a los 70°C	El aceite no circula por el enfriador cuando tiene una temperatura superior a los 70°C	Falla de la válvula termostática	EA03-F001	Aumento en la temperatura del aceite. Se enciende una señal luminosa intermitente en el gráfico que indica que la temperatura de descarga es alta.

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 3
Subsistema: Enfriamiento de aceite			Subsistema N°: EA	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 6
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Mantener la temperatura del aceite en un rango de funcionamiento (75°C a 85°C)	Tubos del cuerpo del enfriador	EA04	Conducir el aceite sin que exista pérdidas del mismo	Existe pérdidas de aceite	Existen fugas	EA04-F001	Ocurre una parada repentina del equipo. Se enciende una señal luminosa intermitente en el grafico que indica que la temperatura de descarga es alta.
			Conducir el calor del aceite a la superficie exterior de los tubos de una manera adecuada	Conducir el calor del aceite a la superficie exterior de los tubos de una manera adecuada.	Aumento de la sección de conducción de calor	EA04-F002	Se enciende una señal luminosa intermitente en el grafico que indica que la temperatura de descarga es alta.
	Aumentos de área de intercambio de calor (aletas)	EA05	Proporcionar la superficie de convección necesaria para el enfriamiento	Superficie de convección insuficiente.	Desprendimiento de los aumentos de área	EA05-F001	Se enciende una señal luminosa intermitente en el grafico que indica que la temperatura de descarga es alta.
			Conducir el calor del aceite a la superficie exterior de las aletas	No existe una conducción de calor adecuada.	Aumento de la sección de conducción de calor	EA05-F002	Se enciende una señal luminosa intermitente en el grafico que indica que la temperatura de descarga es alta.
	Ventilador	EA06	Proporcionar el caudal necesario de aire para el enfriamiento	Bajo caudal de aire.	Alabes del ventilador rotos	EA06-F001	Se enciende una señal luminosa intermitente en el grafico que indica que la temperatura de descarga es alta.
					Cantidad de ingreso de aire insuficiente para el enfriamiento	EA06-F002	La temperatura del aire de descarga aumenta.

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 4
Subsistema: Enfriamiento de aceite			Subsistema N°: EA	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 6
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Mantener la temperatura del aceite en un rango de funcionamiento (75°C a 85°C)	Ventilador	EA06	Proporcionar el caudal necesario de aire para el enfriamiento	Bajo caudal de aire	Sentido de giro del ventilador incorrecto	EA06-F003	Se enciende una señal luminosa intermitente en el panel sobre la figura que representa al ventilador
	Filtro de aceite	EA07	Filtrar de impurezas el aceite antes del ingreso a la envoltura	Existe impurezas en el aceite de ingreso de la envoltura	Filtro roto	EA07-F001	Desgaste del tornillo
			Permitir el paso de aceite a la envoltura	Paso de aceite limitado	Filtro saturado	EA07-F002	Bajo nivel de aceite en el recuperador

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 1
Subsistema: Enfriamiento de aire			Subsistema N°: EAI	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 3
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Descargar el aire comprimido con una temperatura no superior a los 12°C sobre la temperatura ambiente	Cañerías	EAI01	Conducir el aire comprimido hasta el enfriador	Incapaz de conducir el aire comprimido hasta el enfriador.	Existen fugas	EAI01-F001	Existe ruidos producidos por las fugas de aire en los alrededores de la cañería la presión de descarga de aire disminuye
			Cumplir la función de aislante térmico (mantener la temperatura de la superficie exterior de las cañerías bajo los 40°C)	Temperatura de la superficie exterior de las cañerías sobre los 40°C.	Material incorrecto	EAI01-F002	Temperatura elevada de las tuberías
	Tubos del cuerpo del enfriador	EAI02	Conducir el aire a través del cuerpo del enfriador	Existe pérdidas de aire.	Existen fugas	EAI02-F001	Se generan ruidos excesivos disminuye la presión de descarga de aire
			Conducir el calor del aire a la superficie exterior de los tubos de una manera adecuada	Conducir el calor del aceite a la superficie exterior de los tubos de una manera adecuada.	Aumento de la sección de conducción de calor	EAI02-F002	Temperatura elevada del aire de descarga
	Aumentos de área de intercambio de calor (aletas)	EAI03	Proporcionar la superficie de convección necesaria para el enfriamiento	Superficie de convección insuficiente.	Desprendimiento de los aumentos de área	EAI03-F001	Temperatura elevada del aire de descarga
			Conducir el calor del aire a la superficie exterior de las aletas	No existe una conducción de calor adecuada.	Aumento de la sección de conducción de calor	EAI03-F002	Temperatura elevada del aire de descarga

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 2
Subsistema: Enfriamiento de aire			Subsistema N°: EAI	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 3
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Descargar el aire comprimido con una temperatura no superior a los 12°C sobre la temperatura ambiente	Ventilador	EAI04	Proporcionar el caudal necesario de aire para el enfriamiento	Bajo caudal de aire.	Alabes del ventilador rotos	EAI04-F001	Temperatura elevada del aire de descarga
					Insuficiente cantidad de aire de enfriamiento	EAI04-F002	Temperatura elevada del aire de descarga
					Sentido de giro del ventilador incorrecto	EAI04-F003	Temperatura elevada del aire de descarga
	Válvula solenoide eléctricamente controlada	EAI05	Descargar automáticamente los condensados resultantes.	No se descargan los condensados	Funcionamiento incorrecto de la válvula	EAI05-F001	Los tubos del enfriador contienen agua. Humedad del aire elevada

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón		Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 1
Subsistema: Sistema de Recuperación			Subsistema N°: SR	Auditor/es: Pilca-Velásquez		Fecha final: 05/05/2009	De: 2
FUNCIÓN	COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	FUNCIONES ESPECÍFICAS	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CÓDIGO DE FALLA	EFFECTOS DE FALLA
Separar la mezcla aire/aceite después del proceso de compresión	Válvula de presión mínima	SR01	Permitir el paso de la mezcla al tanque recuperador cuando tenga una presión mayor a 4 bar.	La mezcla es descargada al tanque con una presión menor a 4 bar.	Funcionamiento incorrecto de la válvula	SR01-F001	Disminución de la presión de descarga de aire
	Válvula antirretorno	SR02	Impedir que el aire retorne nuevamente al tanque recuperador cuando el equipo funciona sin carga	El aire retorna al tanque recuperador	Funcionamiento incorrecto de la válvula	SR02-F001	El compresor no descarga aire y el equipo sufre una parada repentina
	Válvula de alivio	SR03	Descargar aire del tanque recuperador cuando la presión exceda los 10 bar.	El aire no es descargado bajo estas condiciones	Funcionamiento incorrecto de la válvula	SR03-F001	La presión en el tanque recuperador aumenta y el equipo sufre una para repentina.
	Tanque recuperador	SR04	Contener el aire proveniente del proceso de compresión	Incapaz de contener el aire comprimido	Existen fugas de aire	SR04-F001	Presión en el tanque disminuye, el equipo sufre una parada repentina
	Elemento separador	SR05	Permitir el paso de aire	Paso limitado de aire	No existe un correcto filtrado	SR05-F001	Aumenta la presión en el tanque
Obstaculizar el paso de las moléculas de aceite			Existe paso de aceite en la descarga de aire	Funcionamiento incorrecto del elemento separador	SR05-F002	Los condensados contienen gran cantidad de aceite	

**ANEXOS 8. CONTINUACIÓN DEL DESARROLLO AMFE PARA EL
COMPRESOR COMPAIR**

Sistema: Compresor de aire		Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón						Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 4
Subsistema: Elementos de compresión		Subsistema N°: EC	Auditor/es: Fernando Pilca - Marco Velásquez						Fecha final: 05/05/2009	De: 5
COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	G	F	D	IPR	ESTADO	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	CÓDIGO DE TAREA
Filtro de aire	EC01	EC01-F001	Mala selección del filtro de recambio	8	5	3	120	Componente en alto riesgo	EC01-F001-AC001	CA-T001
		EC01-F002	El aire del ambiente tiene muchas impurezas	5	5	2	50	Normal		CA-T002
			Cumplimiento de las horas de servicio	7	3	4	84	Normal		CA-T003
Regulador de aspiración	EC02	EC02-F001	El regulador esta mal calibrado	6	5	4	120	Componente en alto riesgo	EC02-F001-AC001	CA-T004
		EC02-F002	Mantenimiento inadecuado	6	5	3	90	Normal		CA-T005
			Regulador averiado	7	3	3	63	Normal		CA-T006
Cañerías	EC03	EC03-F001	Cañerías rotas	8	2	7	112	Componente en alto riesgo	EC03-F001-AC001	CA-T007
			Uniones mal acopladas	8	5	3	120	Componente en alto riesgo	EC03-F002-AC001	CA-T008
		EC03-F002	Objeto extraño dentro de la tubería	8	3	4	96	Normal		CA-T009
Tornillos	EC04	EC04-F001	Fatiga del material	8	4	2	64	Normal		CA-T010
		EC04-F002	Ingreso de impurezas junto con el aire	8	6	2	96	Normal		CA-T011
			Ingreso de impurezas junto con el aceite	8	6	2	96	Normal		CA-T012
Cojinetes	EC05	EC05-F001	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F001-AC001	CA-T013
			Falta de lubricación a los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F001-AC002	CA-T014

Sistema: Compresor de aire		Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón						Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 5
Subsistema: Elementos de compresión		Subsistema N°: EC	Auditor/es: Fernando Pilca - Marco Velásquez						Fecha final: 05/05/2009	De: 5
COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	G	F	D	IPR	ESTADO	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	CÓDIGO DE TAREA
Cojinetes	EC05	EC05-F002	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F002-AC001	CA-T015
			Falta de lubricación a los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F002-AC002	CA-T016
		EC05-F003	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F003-AC001	CA-T017
			Falta de lubricación a los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F003-AC002	CA-T018
		EC05-F004	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F004-AC001	CA-T019
			Falta de lubricación a los cojinetes	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EC05-F004-AC002	CA-T020
Envoltura	EC06	EC06-F001	Envoltura rota	9	5	2	90	Normal		CA-T021
			Empaques rotos	7	7	2	98	Normal		CA-T022
		EC06-F002	Envoltura rota	9	5	2	90	Normal		CA-T023
			Empaques rotos	7	7	2	98	Normal		CA-T024

Sistema: Compresor de aire		Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga						Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 5
Subsistema: Sistema Eléctrico		Subsistema N°: EL	Auditor/es: Fernando Pilca - Marco Velásquez						Fecha final: 05/05/2009	De: 7
COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	G	F	D	IPR	ESTADO	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	CÓDIGO DE TAREA
Fuente de energía	EL01	EL01-F001	Problemas con la fuente de energía	8	4	2	64	Normal		CA-025
Cables	EL02	EL02-F001	Cables rotos	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EL02-F001-AC001	CA-026
Caja de fusibles	EL03	EL03-F001	Fusibles quemados	5	6	3	90	Normal		CA-027
Contactor principal	EL04	EL04-F001	Contactor averiado	9	3	3	81	Normal		CA-028
		EL04-F002	Polvo en la superficie de los terminales se crea una capa aislante para el paso de energía	4	8	3	96	Normal		CA-029
Relé de sobre carga térmica del motor principal	EL05	EL05-F001	Mala selección del relé de recambio	6	4	2	48	Normal		CA-030
Contactor estrella	EL06	EL06-F001	Contactor averiado	7	3	3	63	Normal		CA-031
Contactor Delta	EL07	EL07-F001	Contactor averiado	7	3	3	63	Normal		CA-032
Motor eléctrico	EL08	EL08-F001	Funcionamiento incorrecto de los cojinetes	7	4	3	84	Normal		CA-033
		EL08-F002	Cambio de una de las fases del suministro eléctrico	6	2	3	36	Normal		CA-034
Disyuntor miniatura	EL09	EL09-F001	Disyuntor quemado	7	2	4	56	Normal		CA-035
Contactor del ventilador	EL10	EL10-F001	Problemas con el contactar	9	3	3	81	Normal		CA-036

Sistema: Compresor de aire		Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga						Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 6
Subsistema: Sistema Eléctrico		Subsistema N°: EL	Auditor/es: Fernando Pilca - Marco Velásquez						Fecha final: 05/05/2009	De: 7
COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	G	F	D	IPR	ESTADO	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	CÓDIGO DE TAREA
Contactor del ventilador	EL10	EL10-F002	Polvo en la superficie de los terminales se crea un aislante para el paso de energía	4	8	3	96	Normal		CA-038
Motor del ventilador	EL11	EL11-F001	Cambio de una de las fases del suministro eléctrico	6	2	3	36	Normal		CA-038
Fusible F1	EL12	EL12-F001	Fusible quemado	5	6	3	90	Normal		CA-039
Relés de parada de emergencia	EL13	EL13-F001	Problemas con el relé	9	3	3	81	Normal		CA-040
			Polvo en la superficie de los terminales se crea un aislante para el paso de energía	4	8	3	96	Normal		CA-041
Sensor de nivel de aceite	EL14	EL14-F001	Sensor averiado	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EL14-F001-AC001	CA-042
Sensor de presión en el tanque de recuperación	EL15	EL15-F001	Sensor averiado	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EL15-F001-AC001	CA-043
			Falla del transmisor de presión	9	5	2	90	Normal		CA-044
Sensor de temperatura de aceite	EL16	EL16-F001	Sensor averiado	9	6	2	108	Componente en alto riesgo	EL16-F001-AC001	CA-045
			Falla de la sonda de temperatura	9	5	2	90	Normal		CA-046

Sistema: Compresor de aire		Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga						Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 7
Subsistema: Sistema Eléctrico		Subsistema N°: EL	Auditor/es: Fernando Pilca - Marco Velásquez						Fecha final: 05/05/2009	De: 7
COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	G	F	D	IPR	ESTADO	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	CÓDIGO DE TAREA
Cableado de sensores	EL17	EL17-F001	Cable rotos	6	6	2	72	Normal		CA-047
Actuadores	EL18	EL18-F001	Actuadores averiados	8	5	2	80	Normal		CA-048
Visualizador de estados y mensajes	EL19	EL19-F001	Visualizador quemado	8	4	1	32	Normal		CA-049
		EL19-F002	Vibraciones excesivas del equipo	8	6	1	48	Normal		CA-050
Conexiones eléctricas del visualizador	EL20	EL20-F001	Conexiones rotas	7	5	1	35	Normal		CA-051
			Uniones sueltas	7	5	1	35	Normal		CA-052
Lámparas indicadoras de fallas	EL21	EL21-F001	Corto circuitos internos	9	2	6	108	Componente en alto riesgo	EL21-F001-AC001	CA-053
			Lámparas de mala calidad	9	2	6	108	Componente en alto riesgo	EL21-F001-AC002	CA-054

Sistema: Compresor de aire		Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón						Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 5
Subsistema: Enfriamiento de aceite		Subsistema N°: EA	Auditor/es: Fernando Pilca - Marco Velásquez						Fecha final: 05/05/2009	De: 6
COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	G	F	D	IPR	ESTADO	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	CÓDIGO DE TAREA
Aceite	EA01	EA01-F001	Mala selección del grado del aceite utilizado en el recambio	7	3	3	63	Normal		CA-055
		EA01-F002	Mantenimiento inadecuado	6	5	3	90	Normal		CA-056
		EA01-F003	Fugas de aceite	7	6	2	84	Normal		CA-057
			Cantidad insuficiente de aceite en el recambio	6	2	2	24	Normal		CA-058
		EA01-F004	Mala selección del grado del aceite utilizado en el recambio	7	3	5	105	Componente en alto riesgo	EA01-F004-AC001	CA-059
		EA01-F005	Mantenimiento inadecuado	7	5	3	105	Componente en alto riesgo	EA01-F005-AC001	CA-060
		EA01-F006	Fugas de aceite	8	6	3	144	Componente en alto riesgo	EA01-F006-AC001	CA-061
			Cantidad insuficiente de aceite en el recambio	8	6	3	144	Componente en alto riesgo	EA01-F006-AC002	CA-062
		EA01-F007	Mala selección del grado del aceite utilizado en el recambio	7	3	3	63	Normal		CA-063
		EA01-F008	Mantenimiento inadecuado	6	5	3	90	Normal		CA-064
EA01-F009	Fugas de aceite	7	6	2	84	Normal		CA-065		
	Cantidad insuficiente de aceite en el recambio	6	2	2	24	Normal		CA-066		
Cañerías	EA02	EA02-F001	Cañerías rotas	7	2	6	84	Normal		CA-067
			Uniones mal ensambladas	6	5	3	90	Normal		CA-068
		EA02-F002	Mala selección de cañerías para el recambio	7	3	4	84	Normal		CA-069

Sistema: Compresor de aire		Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón						Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 6
Subsistema: Enfriamiento de aceite		Subsistema N°: EA	Auditor/es: Fernando Pilca - Marco Velásquez						Fecha final: 05/05/2009	De: 6
COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA				ESTADO	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	CÓDIGO DE TAREA	
			G	F	D	IPR				
Válvula termostática	EA03	EA03-F001	Mantenimiento inadecuado	9	4	2	72	Normal		CA-070
Tubos del cuerpo del enfriador	EA04	EA04-F001	Tubos del enfriador rotos	7	2	6	84	Normal		CA-071
		EA04-F002	Existe acumulación de polvo en los tubos del cuerpo del enfriador	2	7	6	84	Normal		CA-072
Aumentos de área de intercambio de calor (aletas)	EA05	EA05-F001	Soldadura incorrectamente entre las aletas y los tubos	7	4	3	84	Normal		CA-073
			Vibraciones excesivas del equipo	7	5	2	70	Normal		CA-074
		EA05-F002	Existe acumulación de polvo en la aletas	2	7	6	84	Normal		CA-075
Ventilador	EA06	EA06-F001	Soportes del ventilador sueltos	7	5	3	105	Componente en alto riesgo	EA06-F001-AC001	CA-076
		EA06-F002	Filtro envolvente obstruido	7	3	3	63	Normal		CA-077
		EA06-F003	Cambio de una de las fases del suministro eléctrico	6	2	3	36	Normal		CA-078
Filtro de aceite	EA07	EA07-F001	Mala selección del filtro de recambio	7	3	2	42	Normal		CA-079
		EA07-F002	Cumplimiento de las horas de servicio	5	5	3	75	Normal		CA-080

Sistema: Compresor de aire		Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón						Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 3
Subsistema: Enfriamiento de aire		Subsistema N°: EAI	Auditor/es: Fernando Pilca - Marco Velásquez						Fecha final: 05/05/2009	De: 4
COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	G	F	D	IPR	ESTADO	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	CÓDIGO DE TAREA
Cañerías	EAI01	EAI01-F001	Cañerías rotas	9	2	6	108	Componente en alto riesgo	EAI01-F001-AC001	CA-081
			Uniones mal ensambladas	9	3	6	162	Componente en alto riesgo	EAI01-F001-AC002	CA-082
		EAI01-F002	Mala selección de material para el recambio de tramos de tubería	7	3	4	84	Normal		CA-083
Tubos del cuerpo del enfriador	EAI02	EAI02-F001	Tubos del enfriador rotos	9	2	6	108	Componente en alto riesgo	EAI02-F00-AC001	CA-084
		EAI02-F002	Existe acumulación de polvo en los tubos del cuerpo del enfriador	3	7	6	126	Componente en alto riesgo	EAI02-F002-AC001	CA-085
Aumentos de área de intercambio de calor (aletas)	EAI03	EAI03-F001	Soldadura incorrectamente entre las aletas y los tubos	7	4	3	84	Normal		CA-086
			Vibraciones excesivas del equipo	7	5	2	70	Normal		CA-087
		EAI03-F002	Existe acumulación de polvo en la aletas	2	7	6	84	Normal		CA-088
Ventilador	EAI04	EAI04-F001	Soportes del ventilador sueltos	7	3	3	63	Normal		CA-089

Sistema: Compresor de aire		Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón						Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 4
Subsistema: Enfriamiento de aire		Subsistema N°: EAI	Auditor/es: Fernando Pilca - Marco Velásquez						Fecha final: 05/05/2009	De: 4
COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	G	F	D	IPR	ESTADO	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	CÓDIGO DE TAREA
Ventilador	EAI04	EAI04-F002	Filtro envolvente obstruido	6	5	3	90	Normal		CA-090
		EAI04-F003	Cambio de una de las fases del suministro eléctrico	6	2	3	36	Normal		CA-091
Válvula solenoide eléctricamente controlada	EAI05	EAI05-F001	No existe suministro de energía	4	3	5	60	Normal		CA-092
			Válvula averiada	7	3	3	63	Normal		CA-093

Sistema: Compresor de aire		Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón						Fecha inicial: 07/02/2009	Hoja N°: 2
Subsistema: Enfriamiento de aire		Subsistema N°: SR	Auditor/es: Fernando Pilca - Marco Velásquez						Fecha final: 05/05/2009	De: 2
COMPONENTE	CÓDIGO DE COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	G	F	D	IPR	ESTADO	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	CÓDIGO DE TAREA
Válvula de presión mínima	SR01	SR01-F001	Válvula averiada	8	4	2	64	Normal		CA-094
Válvula antirretorno	SR02	SR02-F001	Válvula averiada	8	4	2	64	Normal		CA-095
Válvula de alivio	SR03	SR03-F001	Válvula averiada	8	4	2	64	Normal		CA-096
Tanque recuperador	SR04	SR04-F001	Empaques rotos	4	5	4	80	Normal		CA-097
			Uniones mal ensambladas	6	5	3	90	Normal		CA-098
Elemento separador	SR05	SR05-F001	Cumplimiento de las horas de servicio	6	4	4	96	Normal		CA-099
		SR05-F002	Mala selección del elemento separador de recambio	7	5	3	105	Componente en alto riesgo	SR05-F002-AC001	CA-100
			Elemento del separador roto	7	6	3	126	Componente en alto riesgo	SR05-F002-AC002	CA-101

**ANEXOS 9. ACCIONES CORRECTIVAS PARA EL COMPRESOR
COMPAIR**

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón	Fecha inicial: 07/02/2009				Hoja N°: 1
Subsistema: Elementos de compresión			Subsistema N°: EC	Auditor/es: Pilca - Velásquez	Fecha final: 05/05/2009				De: 2
COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	ACCIÓN CORRECTIVA	G	F	D	IPR	CÓDIGO DE TAREA
Filtro de aire	EC01-F001	Mala selección del filtro de recambio	EC01-F001-AC001	Utilizar para el cambio filtros de calidad comprobada	8	2	3	48	CA-102
Regulador de aspiración	EC02-F001	El regulador esta mal calibrado	EC02-F001-AC001	Aumentar el número de inspecciones del caudal de aire descarga	6	4	2	48	CA-103
Cañerías	EC03-F001	Cañerías rotas	EC03-F001-AC001	Aumentar el número de inspecciones	8	2	4	64	CA-104
		Uniones mal acopladas	EC03-F001-AC002	Aumentar el número de inspecciones	8	2	3	48	CA-105
Cojinetes	EC05-F001	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	EC05-F001-AC001	Aumento del número de inspecciones	9	4	1	36	CA-106
		Falta de lubricación a los cojinetes	EC05-F001-AC002	Establecer un período adecuado para lubricar los cojinetes, revisar las recomendaciones del fabricante	9	4	1	36	CA-107
	EC05-F002	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	EC05-F002-AC001	Aumento del número de inspecciones	9	4	1	36	CA-108

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón	Fecha inicial: 07/02/2009				Hoja N°: 2
Subsistema: Elementos de compresión			Subsistema N°: EC	Auditor/es: Pilca - Velásquez	Fecha final: 05/05/2009				De: 2
COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	ACCIÓN CORRECTIVA	G	F	D	IPR	CÓDIGO DE TAREA
Cojinetes	EC05-F002	Falta de lubricación a los cojinetes	EC05-F002-AC002	Establecer un período adecuado para lubricar los cojinetes, revisar las recomendaciones del fabricante	9	4	1	36	CA-109
	EC05-F003	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	EC05-F003-AC001	Aumento del número de inspecciones	9	4	1	36	CA-110
		Falta de lubricación a los cojinetes	EC05-F003-AC002	Establecer un período adecuado para lubricar los cojinetes, revisar las recomendaciones del fabricante	9	4	1	36	CA-111
	EC05-F004	Mantenimiento inadecuado, cumplimiento de la vida útil de los cojinetes	EC05-F004-AC001	Aumento del número de inspecciones	9	4	1	36	CA-112
		Falta de lubricación a los cojinetes	EC05-F004-AC002	Establecer un período adecuado para lubricar los cojinetes, revisar las recomendaciones del fabricante	9	4	1	36	CA-113

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón	Fecha inicial: 07/02/2009				Hoja N°: 1
Subsistema: Sistema Eléctrico			Subsistema N°: EL	Auditor/es: Pilca - Velásquez	Fecha final: 05/05/2009				De: 1
COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	ACCIÓN CORRECTIVA	G	F	D	IPR	CÓDIGO DE TAREA
Cables	EL02-F001	Cables rotos	EL02-F001-AC001	Aumentar el número de inspecciones del cableado del equipo	9	4	1	36	CA-114
Sensor de nivel de aceite	EL14-F001	Sensor averiado	EL14-F001-AC001	Rediseñar el método para el seguimiento del nivel de aceite mediante otros instrumentos de medida.	9	4	2	72	CA-115
Sensor de presión en el tanque de recuperación	EL15-F001	Sensor averiado	EL15-F001-AC001	Realizar el seguimiento del cambio de la presión en el tanque de recuperación	9	4	2	72	CA-116
Sensor de temperatura de aceite	EL16-F001	Sensor averiado	EL16-F001-AC001	Realizar el seguimiento del cambio de la temperatura del aceite	9	4	2	72	CA-117
Lámparas indicadoras de fallas	EL21-F001	Corto circuitos internos	EL21-F001-AC001	Determinar otro método para el seguimiento de las posibles fallas del equipo.	9	2	4	72	CA-118
		Lámparas de mala calidad	EL21-F001-AC002	Utilizar lámparas de calidad comprobada	9	2	4	72	CA-119

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón	Fecha inicial: 07/02/2009				Hoja N°: 1
Subsistema: Enfriamiento de aceite			Subsistema N°: EA	Auditor/es: Pilca - Velásquez	Fecha final: 05/05/2009				De: 1
COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	ACCIÓN CORRECTIVA	G	F	D	IPR	CÓDIGO DE TAREA
Aceite	EA01-F004	Mala selección del grado del aceite utilizado en el recambio	EA01-F004-AC001	Registro de aceites que pueden utilizarse como aceite de recambio	7	2	4	56	CA-120
	EA01-F005	Mantenimiento inadecuado	EA01-F005-AC001	Aumento del número de inspecciones del estado del aceite	7	3	2	42	CA-121
	EA01-F006	Fugas de aceite	EA01-F006-AC001	Comprobar que el nivel del aceite sea el correcto después de cada cambio	8	4	2	64	CA-122
		Cantidad insuficiente de aceite en el recambio	EA01-F006-AC002	Establecer la cantidad de aceite de recambio.	8	4	2	64	CA-123
Ventilador	EA03-F001	Soportes del ventilador sueltos	EA06-F001-AC001	Aumentar el número de inspecciones internas al equipo	7	4	2	56	CA-124

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón	Fecha inicial: 07/02/2009				Hoja N°: 1
Subsistema: Enfriamiento de aire			Subsistema N°: EAI	Auditor/es: Pilca - Velásquez	Fecha final: 05/05/2009				De: 1
COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	ACCIÓN CORRECTIVA	G	F	D	IPR	CÓDIGO DE TAREA
Cañerías	EAI01-F001	Cañerías rotas	EAI01-F001-AC001	Aumentar el número de inspecciones.	9	1	4	36	CA-125
		Uniones mal ensambladas	EAI01-F001-AC002	Aumentar el número de inspecciones.	9	2	4	72	CA-126
Tubos del cuerpo del enfriador	EAI02-F002	Existe acumulación de polvo en los tubos del cuerpo del enfriador	EAI02-F002-AC001	Aumentar el número de inspecciones de la temperatura	3	5	4	60	CA-127

Sistema: Compresor de aire			Sistema N°: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordon	Fecha inicial: 07/02/2009				Hoja N°: 1
Subsistema: Sistema de recuperación			Subsistema N°: SR	Auditor/es: Pilca - Velásquez	Fecha final: 05/05/2009				De: 1
COMPONENTE	CÓDIGO DE FALLA	CAUSAS DE FALLA	CÓDIGO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	ACCIÓN CORRECTIVA	G	F	D	IPR	CÓDIGO DE TAREA
Elemento Separador	SR05-F002	Elemento separador saturado por las moléculas de aceite atrapado	SR02-F002-AC001	Aumentar el número de inspecciones en la presión en el tanque recuperador	7	4	2	56	CA-128
		Mala selección del elemento separador de recambio	SR02-F002-AC002	Aumentar el número de inspecciones de la descarga de condensados para comprobar la cantidad de aceite.	7	4	2	56	CA-129

**ANEXOS 10. APLICACIÓN DE LAS TAREAS PROPUESTAS PARA
EL COMPRESOR COMPAIR**

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 1
Subsistema: Elementos de compresión		Subsistema: EC	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 6
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-001	Selección de filtro de admisión aire	Mantenimiento preventivo	Realizar la selección de un filtro adecuado para la aplicación. Utilizar el manual de mantenimiento.	No es periódica	15 minutos	Ninguno	Ninguna	Ingeniero Mecánico
CA-002	Limpieza del filtro de aire	Mantenimiento preventivo	Desconectar el equipo. Abrir la puerta de acceso a bisagra, desmontar el filtro de aire, revisar el estado, limpiar el filtro y el cuerpo del filtro.	1 semana	15 minutos	Ninguno	Ninguna	Técnico mecánico
CA-003	Cambio de filtro de admisión	Mantenimiento preventivo	Apagar el equipo, abrir la puerta de acceso a bisagra, para realizar el cambio del filtro de aire por uno nuevo previamente seleccionado, limpie el interior del cuerpo del filtro y monte un elemento nuevo en el cuerpo del filtro.	Cuando se cumplan las horas de servicio del filtro	10 minutos	Filtro de aire	Ninguna	Técnico mecánico
CA-004	Calibración del regulador de aire	Mantenimiento preventivo	Apagar el equipo, retirar la pared metálica frontal del equipo, proceder a verificar si esta correctamente calibrado, si es necesario calibrar el paso de aire	No es periódica	30 minutos	Ninguno	Llave de calibración	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 2
Subsistema: Elementos de compresión		Subsistema: EC	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 6
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-005	Calibración del regulador de aire	Mantenimiento preventivo	Apagar el equipo, retirar la pared metálica frontal del equipo, proceder a verificar si esta correctamente calibrado, si es necesario calibrar para que exista paso de aire al elemento de compresión	No es periódica	30 minutos	Ninguno	Llave de calibración	Técnico mecánico
CA-006	Cambio del regulador de aire	Mantenimiento preventivo	Desconectar el equipo, retirar la pared frontal del equipo y verificar el funcionamiento del regulador, si es necesario cambiar el regulador	No es periódica	45 minutos	Ninguno	Llave de calibración	Técnico mecánico
CA-007	Inspección de cañerías	Mantenimiento preventivo	Comprobar que las cañerías y accesorios se encuentren en buen estado de ser necesario cambiar por cañerías y accesorios adecuados	1 mes	30 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-008	Inspección de uniones de las cañerías	Mantenimiento preventivo	Verificar que no existan fugas en las uniones de accesorios y tuberías, de encontrarse fugas rectificar la falla.	1 mes	31 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 3
Subsistema: Elementos de compresión		Subsistema: EC	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 6
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-009	Limpieza de cañerías	Mantenimiento preventivo	Desconectar el equipo y verificar que no exista ningún cuerpo extraño en las cañerías, si existe retirarlo y realizar una limpieza interna de las cañerías	1 mes	3 horas	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-010	Inspección de tornillos	Mantenimiento preventivo	Desconectar el equipo, retirar la tapa superior de la envoltura, realizar una inspección visual del estado de los tornillos, de ser necesario realizar ensayos no destructivos	3 meses	1 horas	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-011	Revisión de impurezas en el elemento de compresión	Mantenimiento preventivo	Apagar el equipo, retirar la tapa superior de la envoltura y verificar si existen impurezas en el aceite	6 meses	1 hora	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-012	Inspección de impurezas en el elemento de compresión	Mantenimiento preventivo	Apagar el equipo, retirar la tapa superior de la envoltura y verificar si existen impurezas en el aceite	6 meses	1 hora	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-013	Cambio de cojinetes	Mantenimiento preventivo	Verificar las horas de vida útil del cojinete, comprobar las horas de funcionamiento del cojinete, de cumplir las horas de vida útil, cambiar el cojinete por uno adecuado.	No es periódica	2 horas	Cojinetes previamente seleccionados	Extractor; juego universal de 2 garras	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 4
Subsistema: Elementos de compresión		Subsistema: EC	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 6
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-014	Lubricación de cojinetes	Mantenimiento preventivo	Apagar el equipo, donde se provee de boquillas para grasa, los cojinetes se deben lubricar adecuadamente.	3 meses	20 minutos	Grasa seleccionada	Pistola engrasadora	Técnico mecánico
CA-015	Cambio de cojinetes	Mantenimiento preventivo	Verificar las horas de vida útil del cojinete, comprobar las horas de funcionamiento del cojinete, de cumplir las horas de vida útil, cambiar el cojinete por uno adecuado.	No es periódica	2 horas	Cojinetes previamente seleccionados	Extractor; juego universal de 2 garras	Técnico mecánico
CA-016	Lubricación de cojinetes	Mantenimiento preventivo	Apagar el equipo, donde se provee de boquillas para grasa, los cojinetes se deben lubricar cada 8000 horas	3 meses	20 minutos	Grasa seleccionada	Pistola engrasadora	Técnico mecánico
CA-017	Cambio de cojinetes	Mantenimiento preventivo	Verificar las horas de vida útil del cojinete, comprobar las horas de funcionamiento del cojinete, de cumplir las horas de vida útil, cambiar el cojinete por uno adecuado.	No es periódica	2 horas	Cojinetes previamente seleccionados	Extractor; juego universal de 2 garras	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 5
Subsistema: Elementos de compresión		Subsistema: EC	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 6
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-018	Lubricación de cojinetes	Mantenimiento preventivo	Apagar el equipo, donde se provee de boquillas para grasa, los cojinetes se deben lubricar adecuadamente.	3 meses	20 minutos	Grasa seleccionada	Pistola engrasadora	Técnico mecánico
CA-019	Cambio de cojinetes	Mantenimiento preventivo	Verificar las horas de vida útil del cojinete, comprobar las horas de funcionamiento del cojinete, de cumplir las horas de vida útil, cambiar el cojinete por uno adecuado.	No es periódica	2 horas	Cojinetes previamente seleccionados	Extractor; juego universal de 2 garras	Técnico mecánico
CA-020	Lubricación de cojinetes	Mantenimiento preventivo	Apagar el equipo, donde se provee de boquillas para grasa, los cojinetes se deben lubricar adecuadamente.	3 meses	20 minutos	Grasa seleccionada	Pistola engrasadora	Técnico mecánico
CA-021	Inspección de la envoltura	Mantenimiento preventivo	Apagar la máquina desmontar la tapa superior de la envoltura e inspeccionar visualmente, si es necesario realizar ensayos no destructivos a la envoltura, para verificar su estado	No es periódica	10 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 6
Subsistema: Elementos de compresión		Subsistema: EC	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 6
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-022	Cambio de empaques	Mantenimiento preventivo	Extraer las tapas de la envoltura y verificar el estado de los empaque de ser necesario cambiar los empaques	1 año	30 minutos	Juego de empaques para la envoltura	Juego de llaves	Técnico mecánico
CA-023	Inspección de la envoltura	Mantenimiento preventivo	Apagar la máquina desmontar la tapa superior de la envoltura e inspeccionar visualmente, si es necesario realizar ensayos no destructivos a la envoltura, para verificar su estado	No es periódica	10 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-024	Cambio de empaques	Mantenimiento preventivo	Extraer las tapas de la envoltura y verificar el estado de los empaque de ser necesario cambiar los empaques	1 año	30 minutos	Juego de empaques para la envoltura	Juego de llaves	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 1
Subsistema: Sistema eléctrico		Subsistema: EL	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-025	Inspección de la fuente de energía	Mantenimiento preventivo	Comprobar que exista energía eléctrica en la planta	No es periódica	15 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico eléctrico
CA-026	Inspección del cableado	Mantenimiento preventivo	Revisar la continuidad del cableado de la línea de fuente, corregir el daño de encontrarse alguno.	1 día	15 minutos	Cables eléctricos	Multímetro	Técnico eléctrico
CA-027	Revisión y cambio de fusibles	Mantenimiento Correctivo	Extraer la tapa de la caja de fusibles comprobar el estado de cada uno de los fusibles, de estar alguno quemado remplazarlo por uno nuevo	No es periódica	20 minutos	Fusibles	Juego de destornilladores aislados	Técnico eléctrico
CA-028	Revisión del estado del contactor principal	Mantenimiento Preventivo	Desmontar la pared frontal del equipo y verificar el estado del contactar	No es periódica	25 minutos	Ninguno	Multímetro	Técnico eléctrico
CA-029	Limpieza del contactor principal	Mantenimiento Preventivo	Retirar la pared metálica frontal inspeccionar el estado del contactor y realizar una limpieza, cuando sea necesario.	6 meses	30 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico eléctrico
CA-030	Selección del relé de sobre carga térmica	Mantenimiento Preventivo	Revisar las especificaciones del relé de sobrecarga térmica en el manual de mantenimiento del equipo	No es periódica	20 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico eléctrico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 2
Subsistema: Sistema eléctrico		Subsistema: EL	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-031	Inspección del contactor estrella	Mantenimiento Preventivo	Retirar la pared frontal del equipo y revisar las conexiones y posteriormente el funcionamiento del contactor. Si es el caso cambiar por uno nuevo	1 mes	20 minutos	Ninguno	Multímetro	Técnico eléctrico
CA-032	Revisión del contactor delta	Mantenimiento Preventivo	Retirar la pared frontal del equipo y revisar las conexiones y posteriormente el funcionamiento del contactor. Si es el caso cambiar por uno nuevo	2 mes	20 minutos	Ninguno	Multímetro	Técnico eléctrico
CA-033	Revisión de los cojinetes del motor principal	Mantenimiento Preventivo	Verificar las horas de servicio de los cojinetes, si es el caso remplazar por nuevos previamente seleccionados.	3 meses	30 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico eléctrico
CA-034	Revisión del sentido de giro del motor	Mantenimiento Correctivo	Comprobar si existió algún cambio de fases en el cableado de alimentación	No es periódica	10 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico eléctrico
CA-035	Inspección del disyuntor miniatura	Mantenimiento Correctivo	Retirar la pared metálica frontal y comprobar el estado del disyuntor, si se comprueba que el disyuntor esta quemado realizar el cambio	No es periódica	20 minutos	Ninguno	Multímetro	Técnico eléctrico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 3
Subsistema: Sistema eléctrico		Subsistema: EL	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-036	Revisión del contactor del ventilador	Mantenimiento Preventivo	Remover la pared metálica frontal del equipo y comprobar el funcionamiento del contactor	No es periódica	20 minutos	Ninguno	Multímetro	Técnico eléctrico
CA-037	Limpieza del contactor	Mantenimiento Preventivo	Retirar la pared metálica frontal inspeccionar el estado del contactor y realizar una limpieza, cuando sea necesario.	6 meses	30 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico eléctrico
CA-038	Revisión del sentido de giro del motor del ventilador	Mantenimiento Correctivo	Comprobar si se cambio alguna de las fases de la alimentación de energía	No es periódica	10 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico eléctrico
CA-039	Cambio de fusible F1	Mantenimiento Correctivo	Remover la pared metálica frontal del equipo y verificar el estado del fusible F1, si es el caso cambiarlo	No es periódica	10 minutos	Fusible	Juego de destornilladores aislados	Técnico eléctrico
CA-040	Inspeccionar el estado de los relés de parada	Mantenimiento Preventivo	Comprobar el funcionamiento de cada uno de los relés de parada	6 meses	20 minutos	Ninguno	Multímetro	Técnico eléctrico
CA-041	Limpieza de los relés de parada	Mantenimiento Preventivo	Verificar el estado de cada uno de los relés de parada, proceder a realizar una limpieza si es necesario.	6 meses	30 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico eléctrico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 4
Subsistema: Sistema eléctrico		Subsistema: EL	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-042	Inspección del sensor de nivel de aceite	Mantenimiento Preventivo	Abrir y desmontar puertas de acceso al tanque del recuperador. Verificar si el sensor de nivel de aceite envía señales eléctricas al panel, y comprobar si la señal corresponde a la realidad, si existe falla realizar el cambio del sensor	No es periódica	40 minutos	Ninguno	Multímetro	Técnico eléctrico
CA-043	Comprobación del funcionamiento del sensor de presión en el tanque de recuperación	Mantenimiento Preventivo	Abrir puertas y desmontar paredes si es necesario retirar la pared superior (techo) para tener acceso al tanque de recuperación y verificar el estado del sensor de presión, si es necesario reemplazarlo.	No es periódica	40 minutos	Ninguno	Multímetro	Técnico eléctrico
CA-044	Inspección del transmisor de presión	Mantenimiento Preventivo	Desmontar las paredes que sean necesarias para poder realizar la inspección del transmisor de presión, si el funcionamiento es incorrecto realizar el cambio.	6 meses	20 minutos	Ninguno	Multímetro	Técnico eléctrico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 5
Subsistema: Sistema eléctrico		Subsistema: EL	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-045	Revisión del sensor de temperatura del aceite	Mantenimiento Preventivo	Retirar la pared frontal para tener acceso al ingreso del aceite al elemento de compresión, comprobar si el sensor funciona correctamente, si es el caso realizar el cambio respectivo.	No es periódica	40 minutos	Ninguno	Multímetro	Técnico eléctrico
CA-046	Inspección de la sonda de temperatura	Mantenimiento Preventivo	Abrir cada una de las puertas abisagradas para tener acceso a la sonda de temperatura y verificar su funcionamiento, si es necesario cambiar la sonda.	6 meses	20 minutos	Ninguno	Multímetro	Técnico eléctrico
CA-047	Inspección del cableado de los sensores	Mantenimiento Preventivo	Inspeccionar la continuidad de cada uno de los circuitos internos de los diferentes sensores	1 año	1 hora	Ninguno	Multímetro y pinza amperimétrica	Técnico eléctrico
CA-048	Inspección de los actuadores	Mantenimiento Preventivo	Inspeccionar el funcionamiento de cada uno de los actuadores, cambiar los actuadores que sean necesarios	6 meses	1 día	Ninguno	Multímetro	Técnico eléctrico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 6
Subsistema: Sistema eléctrico		Subsistema: EL	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-049	Cambio del visualizador de mensajes	Mantenimiento Correctivo	Retirar la tapa frontal del panel, desconectar el visualizador, si se comprueba que el visualizado esta quemado, realizar el cambio.	No es periódica	2 horas	Visualizador de mensajes	Juego de alicates y destornilladores aislados	Técnico eléctrico
CA-050	Cambio del visualizador de mensajes	Mantenimiento Correctivo	Retirar la tapa frontal del panel, desconectar el visualizador, si se comprueba que el operador no puede apreciar cada uno de los mensajes que muestra la máquina realizar el cambio del visualizador.	No es periódica	2 horas	Visualizador de mensajes	Juego de alicates y destornilladores aislados	Técnico eléctrico
CA-051	Inspección de cableado del visualizador.	Mantenimiento preventivo	Inspección del cableado del visualizador de cada uno de los circuitos.	1 año	1 hora	Ninguno	Multímetro y pinza amperimétrica	Técnico eléctrico
CA-052	Revisión de las uniones del cableado del visualizador	Mantenimiento preventivo	Revisar la continuidad de cada uno de los diferentes circuitos del visualizador	1 año	1 hora	Ninguno	Multímetro y pinza amperimétrica	Técnico eléctrico
CA-053	Revisión del cableado de cada una de las lámparas del panel	Mantenimiento preventivo	Comprobar que exista continuidad en el cableado.	1 año	2 horas	Ninguno	Multímetro y pinza amperimétrica	Técnico eléctrico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Danilo Minga				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 7
Subsistema: Sistema eléctrico		Subsistema: EL	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-054	Cambio de lámparas del panel	Mantenimiento Correctivo	Revisar el estado de cada una de las lámparas del esquema del proceso, si es el caso realizar el cambio por lámparas de calidad	3 meses	3 horas	Lámparas indicadoras de fallo	Multímetro y cautín	Técnico eléctrico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 1
Subsistema: Enfriamiento de aceite		Subsistema: EA	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-055	Selección del aceite para el cambio	Mantenimiento Preventivo	Seleccionar el aceite adecuado para la aplicación, o revisar el aceite recomendado por el fabricante (CASTROL AIRCOL PD 68 para 4000 horas de servicio)	No es periódica	2 horas	Ninguno	Ninguno	Ingeniero mecánico
CA-056	Cambio de aceite	Mantenimiento Preventivo	Abrir la puerta de acceso abisagrada para tener la facilidad de apreciar el vidrio de observación de aceite y comprobar el estado del mismo. Retirar el tapón, drenar el aceite viejo, luego se llena el recuperador con el aceite previamente seleccionado y vuelva a instalar el tapón de relleno	1 mes	2 horas	Aceite seleccionado	Llave dinamométrica	Técnico mecánico
CA-057	Inspección de fugas de aceite	Mantenimiento Preventivo	Se debe parar el compresor, abrir el acceso al tanque recuperador, y comprobar el nivel de aceite en el vidrio de observación, si el nivel es bajo inspeccionar todas las cañerías, de haber fugas corregir	1 mes	2 horas	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 2
Subsistema: Enfriamiento de aceite		Subsistema: EA	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-058	Revisión del nivel de aceite después de un cambio de aceite	Mantenimiento Preventivo	Se debe realizar con el compresor apagado y el aceite frío, dejar pasar un mínimo de 30 minutos, abrir el acceso al tanque recuperador, y comprobar el nivel de aceite en el vidrio de observación, si el nivel es bajo completar con el aceite recomendado hasta el nivel correcto	No es periódica	10 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-059	Selección del aceite para el recambio	Mantenimiento Preventivo	Seleccionar el aceite adecuado para la aplicación, o revisar el aceite recomendado por el fabricante.	No es periódica	2 horas	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-060	Cambio de aceite	Mantenimiento Preventivo	Abrir la puerta de acceso abisagrada que da al vidrio de observación de aceite y comprobar el estado de éste. Retirar el tapón, drenar el aceite viejo, luego se llena el recuperador con el aceite previamente seleccionado y vuelva a instalar el tapón de relleno	1 mes	2 horas	Aceite seleccionado	Llave dinamométrica	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 3
Subsistema: Enfriamiento de aceite		Subsistema: EA	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-061	Inspección de fugas de aceite	Mantenimiento Preventivo	Se debe parar el compresor, abrir el acceso al tanque recuperador, y comprobar el nivel de aceite en el vidrio de observación, si el nivel es bajo inspeccionar todas las cañerías, de haber fugas corregir	1 mes	1 hora	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-062	Revisión del nivel de aceite después de un cambio de aceite	Mantenimiento Preventivo	Con el compresor apagado, abrir el acceso al tanque recuperador, y comprobar el nivel de aceite en el vidrio de observación, si el nivel es bajo completar con el aceite recomendado hasta el nivel correcto	No es periódica	15 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-063	Selección del aceite para el cambio	Mantenimiento Preventivo	Seleccionar el aceite adecuado para la aplicación, o revisar el aceite recomendado por el fabricante (CASTROL AIRCOL PD 68 para 4000 horas de servicio)	No es periódica	1 hora	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 4
Subsistema: Enfriamiento de aceite		Subsistema: EA	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-064	Cambio de aceite	Mantenimiento Preventivo	Abrir la puerta de acceso abisagrada para tener la facilidad de apreciar el vidrio de observación de aceite y comprobar el estado del mismo. Retirar el tapón, drenar el aceite viejo, luego se llena el recuperador con el aceite previamente seleccionado y vuelva a instalar el tapón de relleno	1 mes	2 horas	Aceite seleccionado	Llave dinamométrica	Técnico mecánico
CA-065	Inspección de fugas de aceite	Mantenimiento Preventivo	Se debe parar el compresor, abrir el acceso al tanque recuperador, y comprobar el nivel de aceite en el vidrio de observación, si el nivel es bajo inspeccionar todas las cañerías, de haber fugas corregir	1 mes	1 hora	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-066	Revisión del nivel de aceite después de un cambio de aceite	Mantenimiento Preventivo	Con el compresor apagado, abrir el acceso al tanque recuperador, y comprobar el nivel de aceite en el vidrio de observación, si el nivel es bajo completar con el aceite recomendado hasta el nivel correcto	No es periódica	15 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 5
Subsistema: Enfriamiento de aceite		Subsistema: EA	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-067	Cambio de cañerías	Mantenimiento Preventivo	Abrir las puertas abisagradas y de ser necesario retirar las paredes del equipo para poder inspeccionar cada las cañerías, si existe fugas corregir el daño con tramos de tuberías previamente seleccionadas	No es periódica	1 hora	Tramos de cañería para transportar aceite	Cortador de tubos y equipo de suelda eléctrica	Técnico mecánico
CA-068	Inspección de las uniones de tuberías y accesorios	Mantenimiento Preventivo	Desmontar las paredes que sean necesarias para poder realizar la inspección de las uniones entre las tuberías y accesorios de existir fugas, corregir el daño	6 meses	1 hora	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-069	Selección de la tubería de recambio	Mantenimiento Preventivo	Realizar una selección previa de la tubería que se va a instalar en los tramos en mal estado	No es periódica	2 horas	Ninguno	Ninguno	Ingeniero mecánico
CA-070	Revisión del estado de la válvula termostática	Mantenimiento Preventivo	Abrir la puerta frontal abisagrada para tener acceso a la válvula termostática y verificar si el funcionamiento es correcto de la válvula	6 meses	1 hora	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 6
Subsistema: Enfriamiento de aceite		Subsistema: EA	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-071	Inspección de los tubos del enfriador	Mantenimiento Preventivo	Con el equipo apagado, realizar la inspección de fugas de aceite de ser el caso remplazar el tramo de tubería por otra previamente seleccionada.	3 meses	30 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-072	Limpieza de los tubos del enfriador	Mantenimiento Preventivo	Retirar las paredes metálicas que sean necesarias para poder tener acceso al cuerpo del enfriador y realizar la limpieza para poder retirar la capa de polvo formada sobre los tubos	6 meses	2 horas	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-073	Inspección de las uniones entre el tubo y los aumentos de área (aletas)	Mantenimiento Preventivo	Remover las paredes que sean necesarias para poder tener acceso al cuerpo del enfriador y realizar la inspección de la unión de tubos y aletas, si existe aletas sueltas, corregir la falla	3 meses	1 hora	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-074	Inspección soportes del cuerpo del enfriador	Mantenimiento Preventivo	Verificar que los soportes del enfriador cumplen la función de absorber las vibraciones producidas por el paso del aceite, si es necesario cambiar los soportes.	6 meses	30 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 7
Subsistema: Enfriamiento de aceite		Subsistema: EA	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-079	Selección del filtro de aceite	Mantenimiento Preventivo	Acudir al manual del equipo para realizar una selección adecuada del filtro	No es periódica	30 minutos	Ninguno	Ninguno	Ingeniero mecánico
CA-080	Cambio del filtro de aceite	Mantenimiento Preventivo	Abrir la pared lateral para ganar acceso al filtro , retirar el filtro desatornillándolo del alojamiento, descarte el filtro viejo y remplazarlo por un elemento nuevo	No es periódica	1 hora	Filtro de aceite previamente seleccionado	Equipo para la extracción del filtro	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 1
Subsistema: Enfriamiento de aire		Subsistema: EAI	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 3
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-081	Cambio de cañerías	Mantenimiento Preventivo	Abrir las puertas abisagradas y de ser necesario retirar las paredes del equipo para poder inspeccionar las cañerías, si existe fugas corregir el daño	3 meses	2 horas	Tramos de cañerías previamente seleccionadas	Cortador de tubos y equipo de suelda eléctrica	Técnico mecánico
CA-082	Revisión de las uniones de tuberías y accesorios	Mantenimiento Preventivo	Remover cada una de las paredes para tener acceso a las cañerías y revisar las uniones, si existe fallas corregir	3 meses	2 horas	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-083	Selección de la cañerías de recambio	Mantenimiento Preventivo	Realizar la selección previa de la cañería antes de realizar el cambio de tramos	No es periódica	1 hora	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-084	Inspección de los tubos del cuerpo del enfriador	Mantenimiento Preventivo	Revisar si existe fugas en los tubos del cuerpo del enfriador de ser al caso cambiar por tramos nuevos de tubería	6 meses	1 hora	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-085	Limpieza de los tubos del enfriador	Mantenimiento Preventivo	Retirar cada uno de las paredes del equipo para poder realizar la limpieza correspondiente de los tubos	6 meses	2 horas	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 2
Subsistema: Enfriamiento de aire		Subsistema: EAI	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 3
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-086	Inspección de las soldaduras de los aumentos de área y los tubos	Mantenimiento Preventivo	Parar el equipo y retirar cada las paredes que sean necesarias para poder realizar las inspección de los las uniones	6 meses	30 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-087	Análisis de vibraciones	Mantenimiento Preventivo	Comprobar si los soportes están en buen estado para que cumplan la función de absorber las vibraciones del equipo, de ser necesario realizar el cambio de los soportes	6 meses	1 hora	Ninguno	Equipo de análisis de vibraciones	Técnico mecánico
CA-088	Limpieza de los aumentos de área (aletas)	Mantenimiento Preventivo	Remover cada una de las paredes para tener acceso a las cañerías y realizar la limpieza correspondiente.	6 meses	2 horas	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-089	Cambio de los soportes del motor del ventilador	Mantenimiento Preventivo	Remover la pared lateral para tener acceso al ventilador y realizar la inspección correspondiente de los soportes y verificar la alineación del equipo	1 mes	30 minutos	Soportes para el motor del ventilador	Juego de llaves	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 3
Subsistema: Enfriamiento de aire		Subsistema: EAI	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 3
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-090	Inspección del filtro envolvente	Mantenimiento Preventivo	Examinar visualmente todos los días la estado del filtro envolvente si el elemento esta muy contaminado se debe limpiar con detergente y agua.	1 día	10 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-091	Revisión del sentido de giro del motor del ventilador	Mantenimiento Preventivo	Comprobar si se cambio alguna de las fases de la alimentación de energía	No es periódica	15 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-092	Inspección del cableado de la válvula solenoide	Mantenimiento Preventivo	Inspeccionar la continuidad del cableado de la válvula solenoide	6 meses	1 hora	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-093	Revisión de la válvula solenoide	Mantenimiento Preventivo	Comprobar si existe descarga de condensados de ser necesario remover las paredes del equipo y verificar el funcionamiento de la válvula si es el caso cambiar la válvula	6 meses	1 hora	Ninguno	Multímetro y pinza amperimétrica	Técnico eléctrico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 1
Subsistema: Sistema de recuperación		Subsistema: SR	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 3
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-094	Inspección de la válvula de presión mínima	Mantenimiento Preventivo	Comprobar si existe descarga de aire cuando la presión en el tanque sobre pasa los 4 bar.	3 meses	1 hora	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-095	Revisión de la válvula antiretorno	Mantenimiento Preventivo	Verificar el funcionamiento de la válvula previamente retirando la pared lateral derecha	3 meses	1 hora	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-096	Revisión de la válvula de alivio	Mantenimiento Preventivo	Inspeccionar el funcionamiento de la válvula y si existe descarga cuando la presión es superior a 10 bar.	3 meses	1 hora	Ninguno	Ninguno	Técnico mecánico
CA-097	Cambio de empaques del tanque del recuperador	Mantenimiento Preventivo	Previamente hay que parar el compresor, retire las puertas metálicas laterales para ganar acceso al tanque, desconectar los tubos de la tapa del tanque y aflojar los tornillos que bloquean la tapa e inspeccionar el estado de la empaquetadura, si fuera necesario cambiar el empaque.	1 mes	3 horas	Empaque del tanque del recuperador previamente seleccionado	Juego de llaves dinamométricas	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 2
Subsistema: Sistema de recuperación		Subsistema: SR	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 3
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-098	Verificar que la tapa del recuperador esta bien ajustada	Mantenimiento Preventivo	Verificar si la instalación de la tapa es correcta, necesita tener la empaquetadura seleccionada para esa estado de trabajo, los tornillos deben estar ajustados progresivamente y según la secuencia especificada en el manual.	No es periódica	20 minutos	Ninguno	Juego de llaves dinamométricas	Técnico mecánico
CA-099	Estimación de las horas de servicio del elemento separador	Mantenimiento Preventivo	Estimar las horas de servicio del elemento separador, considerar como limite 8000 horas de servicio bajo condiciones ideales de funcionamiento.	No es periódica	20 minutos	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-100	Selección del elemento recuperador	Mantenimiento Preventivo	Seleccionar el elemento separador adecuado para las condiciones de operación, revisar el manual del equipo y el elemento recomendado, registrar la fecha del cambio,	No es periódica	1 hora	Ninguno	Ninguno	Ingeniero mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N: CT-V-001	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 3
Subsistema: Sistema de recuperación		Subsistema: SR	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 3
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-101	Cambio del elemento separador	Mantenimiento Preventivo	Parar el equipo , remover todos los tubos de la tapa del recuperador, retirar la tapa del tanque inspeccionar el estado del elemento recuperador de ser necesario descartar el elemento recuperador viejo	6 meses	2 horas	Elemento separador previamente seleccionado	Juego de llaves dinamométricas	Técnico mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N:	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 1
Tareas de las Acciones correctivas		CT-V-001	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-102	Selección de filtros de calidad comprobada	Mantenimiento Preventivo	Utilizar el manual de mantenimiento y el historial de los componentes para comprobar el rendimiento de cada uno de los filtros de recambio utilizados.	No es periódica	1 hora	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-103	Aumento las inspecciones del caudal de aire de descarga	Mantenimiento Preventivo	Registrar los valores del caudal de descarga de aire y comprobar que están dentro de los parámetros funcionales	1 día	1 día	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-104	Aumento del número de inspecciones cañerías de aire de ingreso	Mantenimiento Preventivo	Determinar un período adecuado para realizar la inspección de la cañería de ingreso de aire, utilizar el historial del equipo	No es periódica	1 día	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-105	Aumentar las inspecciones de las uniones.	Mantenimiento Preventivo	Cambiar el período de las inspecciones de las uniones de las tuberías, utilizar el historial del equipo	No es periódica	1 día	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-106	Aumento del número de inspecciones de los cojinetes	Mantenimiento Preventivo	Determinar un período de inspección adecuado para los cojinetes mediante las especificaciones y el historial del rendimiento del componente	No es periódica	1 día	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N°:	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 2
Tareas de las Acciones correctivas		CT-V-001	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-107	Establecer el período para la lubricación de cojinetes	Mantenimiento Preventivo	Estimar el período adecuado de lubricación mediante las necesidades de los componentes y las propiedades de la grasa utilizada.	No es periódica	1 semana	Grasa seleccionada	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-108	Aumento del número de inspecciones de los cojinetes	Mantenimiento Preventivo	Determinar un período de inspección adecuado para los cojinetes mediante las especificaciones y el historial del rendimiento del componente	No es periódica	1 día	Juego de cojinetes seleccionados	Extractor; juego universal de 2 garras	Ingeniero Mecánico
CA-109	Establecer el período para la lubricación de cojinetes	Mantenimiento Preventivo	Estimar el período adecuado de lubricación mediante las necesidades de los componentes y las propiedades de la grasa utilizada.	No es periódica	1 semana	Grasa seleccionada	Pistola engrasadora	Ingeniero Mecánico
CA-110	Aumento del número de inspecciones de los cojinetes	Mantenimiento Preventivo	Determinar un período de inspección adecuado para los cojinetes mediante las especificaciones y el historial del rendimiento del componente.	No es periódica	1 día	Juego de cojinetes seleccionados	Extractor; juego universal de 2 garras	Ingeniero Mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N:	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 3
Tareas de las Acciones correctivas		CT-V-001	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-111	Lubricación de cojinetes	Mantenimiento Preventivo	Estimar el período adecuado de lubricación mediante las necesidades de los componentes y las propiedades de la grasa utilizada.	No es periódica	1 semana	Grasa seleccionada	Pistola engrasadora	Ingeniero Mecánico
CA-112	Aumento del número de inspecciones de los cojinetes	Mantenimiento Preventivo	Determinar un período de inspección adecuado para los cojinetes mediante las especificaciones y el historial del rendimiento del componente	No es periódica	1 día	Juego de cojinetes seleccionados	Extractor; juego universal de 2 garras	Ingeniero Mecánico
CA-113	Lubricación de cojinetes	Mantenimiento Preventivo	Estimar el período adecuado de lubricación mediante las necesidades de los componentes y las propiedades de la grasa utilizada.	No es periódica	1 semana	Grasa seleccionada	Pistola engrasadora	Ingeniero Mecánico
CA-114	Cambio en el período de Inspección del cableado del equipo	Mantenimiento Preventivo	Determinar un período adecuado para realizar una inspección del cableado del equipo utilizando el historial de fallas del equipo.	No es periódica	10 minutos	Juego de cojinetes seleccionados	Extractor; juego universal de 2 garras	Ingeniero Mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N:	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 4
Tareas de las Acciones correctivas		CT-V-001	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-115	Seguimiento del nivel de aceite	Mantenimiento Preventivo	Aumentar las inspecciones visuales del nivel de aceite en el vidrio de observación del nivel de aceite ubicado en el tanque de recuperación	1 día	5 minutos	Ninguno	Pistola engrasadora	Técnico eléctrico
CA-116	Seguimiento de la presión en el tanque	Mantenimiento Preventivo	Registrar el cambio de presión en el tanque, al poner en funcionamiento el equipo durante los minutos posteriores, indicados en el visualizador	1 día	10 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico eléctrico
CA-117	Seguimiento de temperatura del aceite	Mantenimiento Preventivo	Registrar el cambio de temperatura que se indican en el visualizador al poner en funcionamiento el equipo durante los minutos posteriores	1 día	10 minutos	Ninguno	Ninguno	Técnico eléctrico
CA-118	Comprobar el funcionamiento adecuado de las lámparas indicadoras de falla	Mantenimiento Preventivo	Comprobar periódicamente los mensajes de funcionamiento indicados en el visualizador, que pueden indicar la falla de cualquier elemento del equipo no indicada por las lámparas.	No es periódica	30 minutos	Lámparas indicadoras de fallo	Multímetro y pinza amperimétrica	Técnico eléctrico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N:	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 5
Tareas de las Acciones correctivas		CT-V-001	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-119	Selección de lámparas de calidad	Mantenimiento Preventivo	Revisar los desempeños de cada una de las lámparas utilizadas en el recambio y seleccionar lámparas de buen desempeño.	No es periódica	2 horas	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-120	Selección previa del aceite de recambio.	Mantenimiento Preventivo	Registrar cada uno de los diferentes tipos de aceites que pueden utilizarse como opción para el recambio, lo recomendable utilizar el aceite (CASTROL AIRCOL PD 68 para 4000 horas de servicio)	No es periódica	1 semana	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-121	Aumento del número de inspecciones del estado del aceite	Mantenimiento Preventivo	Definir un nuevo período de inspección adecuado para evitar las paradas del equipo. Revisar el manual de mantenimiento y las especificaciones del aceite utilizado para el recambio	No es periódica	1 día	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-122	Cambio del período de inspección del nivel de aceite	Mantenimiento Preventivo	Determinar el período para inspeccionar el nivel de aceite y evitar las pérdidas por fugas, utilizar el historial del equipo	No es periódica	1 día	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N°:	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 6
Tareas de las Acciones correctivas		CT-V-001	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-123	Establecer la cantidad de aceite de recambio.	Mantenimiento Preventivo	Comprobar que la cantidad de aceite de recambio sea la especificada por el fabricante del equipo	No es periódica	30 minutos	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-124	Aumentar el número de inspecciones de los soportes del ventilador	Mantenimiento Preventivo	Establecer un período nuevo para la inspección del estado de los soportes del ventilador, revisar el historial del fallo	No es periódica	1 hora	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-125	Establecer un período adecuado para la inspección de cañerías	Mantenimiento Preventivo	Determinar un período nuevo para el mantenimiento de cañerías, utilizar el manual y el historial del equipo	No es periódica	2 horas	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-126	Cambio del período de inspección de uniones y accesorios	Mantenimiento Preventivo	Establecer un período nuevo para el mantenimiento de la uniones y accesorios del sistema, utilizar el manual y el historial del equipo	No es periódica	2 horas	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico

Sistema: Compresor de aire		Sistema N°:	Facilitador: Byron Gordón				Fecha : 07/02/2009	Hoja N°: 7
Tareas de las Acciones correctivas		CT-V-001	Auditor/es: Fernando Pilca -Marco Velásquez				Fecha : 05/05/2009	De: 7
CÓDIGO DE TAREA	DENOMINACIÓN	ESTRATEGIA	TAREA PROPUESTA	PERÍODO	TIEMPO ESTIMADO	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL DEL PERSONAL
CA-127	Cambio del período para verificar la temperatura del aceite	Mantenimiento Preventivo	Determinar un período adecuado para verificar la temperatura del aceite en el visualizador del panel, y verificar si el aceite esta dentro del rango de temperatura de funcionamiento.	No es periódica	2 hora	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-128	Cambio del período de inspecciones de presión en el tanque del recuperador	Mantenimiento Preventivo	Establecer un período adecuado para verificar la presión en el tanque mediante lecturas en el visualizador de mensajes	No es periódica	2 horas	Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico
CA-129	Establecer un período adecuado para la inspección de condensados	Mantenimiento Preventivo	Determinar un período para la inspección de condensados y verificar la cantidad de aceite en los mismos	No es periódica		Ninguno	Ninguno	Ingeniero Mecánico

**ANEXOS 11. MÉTODO SUGERIDO PARA LA EJECUCIÓN DE UN
PLAN OPERATIVO**

PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE MANTENIMIENTO.

1. Planificación del mantenimiento.

Para una planificación adecuada y coherente con miras a evitar fricciones y malos entendidos entre las personas y que muchas veces terminan generando un ambiente laboral desagradable, así como el incumplimiento de las obligaciones y derechos por parte de los empleadores y los trabajadores o empleados de una empresa, esta relación obrero-patronal que necesariamente deben involucrarse en el desarrollo de los diferentes programas productivos, de desarrollo y de mantenimiento, con miras a lograr la más alta eficiencia y productividad, objetivos fundamentales para la cuál fue creada una empresa, es necesario empaparse de las leyes, normas y reglamentos que rigen en el campo laboral, de control y disciplina creados por los entes competentes en general y en la misma empresa, con miras a reglamentar, regular, y hacer cumplir dichas leyes, para esto es muy importante instruirse e informarse a través de los diferentes órganos jurídicos como son:

- Código de trabajo
- Reglamento de higiene y seguridad del trabajo
- Reglamento Interno
- Organigrama Estructural
- Organigrama Orgánico-Funcional

Los mismos que se deben analizar concienzudamente para no cometer errores de forma o de fondo cuando se esté estructurando el plan de actividades, especial atención se debe tener cuando sea de elegir al personal para la realización de las diferentes actividades. Una de las primeras actividades que se debe hacer al iniciar las labores en una empresa es recuperar todos los datos técnicos como: catálogos, planos, reportes estadísticos etc. Además de la mayor cantidad de información técnica de interés para el área de mantenimiento, algunos de estos documentos son:

- Manuales de operación de las máquinas, equipos etc.
- Manuales de piezas y partes de las máquinas y equipos

- Manuales técnicos
- Diagramas, y planos (mecánicos, eléctricos, electrónicos, neumáticos, óleo hidráulicos, de los diferentes elementos constitutivos de las diferentes máquinas, equipos e instalaciones.
- Planos de ubicación, emplazamiento e instalaciones de alcantarillado, agua potable, teléfonos, etc. de las diferentes edificaciones de la planta.
- Revistas técnicas de interés para el área de mantenimiento.

Todo este material debe ser codificado y archivado cuidadosamente, en caso de no disponer de parte de este material se procederá a solicitar al departamento administrativo de la empresa para obtener las facturas correspondientes de la compra de dichos equipos en los mismos que se encontrarán las direcciones pertinentes para solicitar la compra de dichos catálogos, por intermedio del departamento correspondiente.

Reflexiones antes de proceder a la planificación de mantenimiento

Se debe hacerse preguntas como:

¿Qué es lo que se va ha realizar?

¿Cómo se lo va ha realizar?

¿Cuándo se lo va ha realizar?

¿Quién lo va ha realizar?

¿Dónde se va ha realizar?

2. Razones por las cuales se necesita del mantenimiento Preventivo..

- Disminuye el tiempo ocioso en relación con todo lo que sea economía y beneficios para el empresario, los empleados y el cliente, debido a menos paros imprevistos de los equipos de producción.
- Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores u operarios de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones debido a estos paros imprevistos.

- Menos número de reparaciones en gran escala y menor número de paradas repetitivas, por lo tanto menor acumulación de fuerza de trabajo del personal de mantenimiento, “La acumulación de gente se debe a lo sorpresivo”.
- Disminuyen los costos de reparaciones de los desperfectos sencillos realizados antes que los daños por paros imprevistos, debido a la menor cantidad de partes o repuestos que se necesitan para los mantenimientos planificados o programados en relación con los imprevistos.
- Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad debido a la correcta adaptación o calibración del equipo.
- Aplazamiento o eliminación de los desembolsos por reemplazos prematuros de elementos o máquinas, debido a una mejor conservación de estos e incrementos de su vida útil.
- Menor necesidad de equipo en operación, reduciendo con ello la inversión del capital. No es necesario tener dos máquinas para un solo trabajo, ya que es una inversión innecesaria del capital. Ese capital se podría invertir en materia prima.
- Reducción de costos de mantenimiento, de mano de obra y materiales para la partida de activos que se encuentran en el programa.
- Identificación de las partidas con altos costos de materiales, lo cual lleva a investigar y corregir causas como las siguientes:

Abuso o mala operación por parte de los operarios.

Aplicación inadecuada de la maquinaria.

Obsolescencia del equipo o maquinaria

- Es necesario llevar registros de mantenimiento de las máquinas para determinar el costo de gastos y reparaciones, para poder determinar si la máquina es rentable o por ser demasiado obsoleta, su costo de mantenimiento se eleva demasiado y no produce lo que consume, por lo tanto es necesario eliminar dicha maquinaria y sustituirla por una nueva.
- Muchas veces la falla no es de la máquina sino de la materia prima, que no viene dentro de las normas establecidas por el fabricante con respecto a la

materia prima a utilizarse en la máquina, otras veces la falla es del operador, para evitar esto es indispensable que el Área de Mantenimiento de charlas técnicas con el objeto de preparar y prevenir la mala operación.

- Cambio del mantenimiento deficiente de paro a mantenimiento preventivo programado menos costoso, con lo que se logra mejor control del trabajo. Para organizar a la gente, el jefe de mantenimiento debe poseer ciertas cualidades como liderazgo para que pueda incentivar a la gente. Conocimientos de la materia prima para poder prestar instrucción técnica a los trabajadores y necesita también poseer autoridad delegado por su superior o representante de la empresa.
- Mejor control de refacciones, lo cual conduce a tener un inventario mínimo de repuestos en la bodega. Luego de haber hecho un estudio previo de la máquina (como mínimo un año), se puede determinar la cantidad de repuestos que consume dicha máquina y así evitar tener invertido mucho capital en la bodega.
- Mejores relaciones humanas e industriales con los trabajadores u operarios de producción, ya que no sufren detenciones o paros involuntarios por lo mismo pérdidas de las bonificaciones por incentivos, ya que en muchas empresas, es costumbre premiar a quien genere mayor producción.
- Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta, lo cual conduce a una compensación más baja y menores costos de seguros. Las aseguradoras suben anualmente el costo del seguro y más todavía si ven que se esta laborando en condiciones inseguras y riesgosas.
- Menos costo unitario por producto elaborado por la falta de eficiencia en lo que se refiere a materia prima, maquinaria y buena colaboración del personal. Con esto se obtiene óptima calidad del producto, a un bajo costo de producción sin competencia en el mercado y por lo tanto mejores utilidades para la Empresa.

3. Organización y control de las operaciones de mantenimiento.

La organización y control del trabajo de mantenimiento es una técnica para proveer y controlar la fuerza de trabajo del área de Mantenimiento y los costos que ésta genera en los trabajos.

Para iniciar las actividades operativas preliminares previas a la planificación del mantenimiento, es necesario y luego de analizar las preguntas previamente planteadas, se procederá a realizar un cronograma de actividades en función del tiempo requerido para dichos trabajos y que deben ser controlados permanentemente el avance de los mismos, para esto se debe escoger a las personas mas idóneas a las mismas que se calificará con el avance de los trabajos a ellos encomendados, de ser necesario se incrementará personal para evitar retrasos a los mismos.

La secuencia planteada en el presente cronograma puede ser modificado de acuerdo a la necesidad de la empresa tomando en consideración aspectos como son: disponibilidad de personal, grado de instrucción técnica del personal, volumen de trabajo, tamaño de la empresa, maquinaria existente, grado de tecnificación de la maquinaria, disponibilidad de catálogos técnicos, apoyo logístico, entre los aspectos mas importantes.

Es necesario considerar que la maquinaria debe seguir trabajando normalmente como lo ha venido haciendo, sin descuidar el mantenimiento correctivo requerido para estas actividades, por lo tanto se debe disponer del personal técnico, para realizar los trabajos pertinentes

5. Cronograma de actividades de mantenimiento.

La conformación de este cronograma, y el respectivo control permite mantener informado en forma permanente de los trabajos que se están realizando, y que son de mayor relevancia, el mismo indica día a día los avances o retrasos que sufren estos en el transcurso del tiempo, lo cual permite con

6. Indicadores de mantenimiento.

Para realizar un seguimiento exhaustivo del plan operativo aplicado, se debe hacer uso de los indicadores de mantenimiento, de esta manera se comprueba que la estrategia está encaminada a cumplir el objetivo primordial del departamento de mantenimiento que es el tener en un estado óptimo de funcionamiento de los bienes físicos de la empresa. El proceso consiste en calcular cada uno de los indicadores de mantenimiento para la empresa y compararlos con indicadores internacionalmente establecidos.

Se hacen las siguientes consideraciones, que son aplicadas posteriormente para cada uno de los indicadores analizados.

- UNIDAD DE TIEMPO: Hora
- PERÍODO DE TIEMPO: Mes
- TOE: Tiempo de Operación Efectiva
- IP: Incidente de Proceso
- IM: Incidente Mecánico
- IE: Incidente Eléctrico
- PP: Parada Programada
- C: Circunstancial

Fiabilidad

RF: REABILITY FACTOR (%)

Representa la probabilidad de que un equipo funcione adecuadamente durante un período de tiempo dado.

$$RF = \frac{TOE}{TOE + IP + IM + IE}$$

Utilización

UF: UTILIZATION FACTOR (%)

Representa el porcentaje de tiempo que el equipo trabaja durante todo el tiempo disponible en el período dado.

$$UF = \frac{TOE}{TOE + IP + IM + IE + PP + C}$$

Porcentaje de fallas de equipos

EFR: EQUIPMENT FAILURE RATE BURNING LINE (%)

Representa el porcentaje de incidentes de mantenimiento ocurridos durante un período de tiempo, indica si las acciones de mantenimiento son necesarias para mejorar la fiabilidad.

$$EFR = \frac{IM + IE}{TOE + IP + IM + IE}$$

Porcentaje de fallas de procesos

PFR: PROCESS FAILURE RATE BURNING LINE (%)

Representa el porcentaje de incidentes de proceso ocurridos durante un período de tiempo, indica si acciones del proceso son necesarias para mejorar la fiabilidad.

$$PFR = \frac{IP}{TOE + IP + IM + IE}$$

Número de paradas por incidentes

NSFI: INCIDENT STOPPAGES (n)

Es el total del número de paradas por incidentes durante el período de tiempo, sean estos de tipo IP, IM e IE.

Tiempo medio entre fallas

MTBF: MEAN TIME BETWEEN FAILURES (h)

Representa cuantos "equipos" se necesitan para que ocurra una falla en el intervalo de tiempo determinado.

$$MTBF = \frac{TOE}{NSFI}$$