



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

PROYECTO TÉCNICO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

**“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
EL ÁREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA SISTEMA DE ASIENTOS
AMERICAN DE LA CIUDAD DE AMBATO”**

AUTOR: Cristian Israel Chicaiza Tipan

TUTOR: Ing.Mg. Jorge Enrique López Velástegui

AMBATO - ECUADOR

Agosto - 2021

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: “**DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA SISTEMA DE ASIENTOS AMERICAN DE LA CIUDAD DE AMBATO**”, elaborado por el Sr. **CRISTIAN ISRAEL CHICAIZA TIPAN**, portador de la cédula de ciudadanía: 180505242-8, estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

CERTIFICO:

- El presente proyecto de investigación es original del autor.
- Ha sido revisado cada uno de los capítulos.
- Ha sido concluido en su totalidad y puede continuar con los trámites correspondientes.

Ambato, Agosto 2021

.....

Ing. Mg. Jorge Enrique López Velástegui

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Cristian Israel Chicaiza Tipan, con Cedula de Ciudadanía : 180505242-8 declaro que los contenidos y actividades expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA SISTEMA DE ASIENTOS AMERICAN DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, así como también las fichas técnicas de cada máquina, análisis, tablas, conclusiones y las recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad de mi autoría la investigación, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el trabajo de investigación.

Ambato, Agosto 2021



.....
Cristian Israel Chicaiza Tipan

C.C: 180505242-8

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los Derechos de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Proyecto Técnico dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, Agosto 2021



.....
Cristian Israel Chicaiza Tipan

C.C: 180505242-8

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico ,realizado por el estudiante Cristian Israel Chicaiza Tipan de la Carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA SISTEMA DE ASIENTOS AMERICAN DE LA CIUDAD DE AMBATO”**.

Ambato, Agosto 2021

Para constancia firman:

.....
Ing. Mg. Francisco Agustín Peña Jordán

Miembro Calificador

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

Miembro Calificador

AGRADECIMIENTO

Agradezco:

A mi madre Claudina Tipan y hermanos Saúl y Xavier, quienes con la bendición de Dios supieron ayudarme día a día inculcándome sus valores y principios de superación, para formarme como una persona con principios de sólidos de superación.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, principalmente a la Carrera de Ingeniería Mecánica que me acogió como un segundo hogar donde me forme como un profesional con una visión de emprendedor de éxito.

Al Ing. Mg. Jorge Enrique López Velástegui tutor de mi trabajo de titulación expreso mi gratitud por su amistad y la insistencia y por la ayuda a conseguir una meta más en mi vida y ser un profesional de éxito.

Al Ing. Miguel Barriga Gerente de empresa “Sistema de Asientos American” por haber confiado en mí para la realización de mi tesis.

Al Ing. Alex Salazar Jefe de Producción, por la ayuda prestada y su confianza para la realización de mi Proyecto Técnico.

Al Ing. Bryan Barriga Jefe en el Área de Inyección por la ayuda prestada en la recopilación de información valiosa para la culminación de mi tesis.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PAGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
INDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPITULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Fundamentación Teórica	3
1.3.1. Mantenimiento Industrial	3
1.3.2. Clasificación del mantenimiento Industrial	5
1.3.3. Disponibilidad en el mantenimiento	8
1.3.4. Curva de la Bañera	8
1.4. Inventario	9
1.5. Fichero de las Máquinas.....	11
1.6. Fichero Histórico.....	11
1.7. Dossier	11
1.8. Fases del mantenimiento Preventivo	12
1.9. Plan de Mantenimiento.....	12
1.9.1. Plan de Mantenimiento Basado en Confiabilidad MCC	13
1.10. Estadístico de máquinas	13
1.11. Matriz de Fallos Modales AMFE	14

1.11.1.	Terminologías utilizadas en AMFE	15
1.11.2.	Particularidades de AMFE.....	16
1.12.	Matriz Criticidad	20
1.13.	Empresa Asientos de American.....	21
1.14.	Máquina inyectora de Polímero.....	22
1.14.1.	Tipos de inyectoras de plástico.....	22
1.14.2.	Partes genéricas de una inyectora de polímero.	23
1.14.3.	Sistemas generales que conforman una inyectora.....	24
1.14.4.	Proceso de inyección de plástico	25
1.14.5.	Temperatura de Masa, tiempo de enfriamiento y velocidad de inyección	26
1.15.	Materia prima	26
CAPITULO II		27
2.	Metodología.....	27
2.1.	Materiales y Recursos	27
2.1.1.	Recursos Humanos	27
2.1.2.	Recursos Institucionales	27
2.1.3.	Recursos Materiales.....	27
2.1.4.	Recursos Económicos.....	27
2.2.	Métodos.....	28
2.3.	Modalidad de la investigación.....	28
2.3.1.	Investigación Aplicada	28
2.3.2.	Bibliografía Documental	28
2.3.3.	Investigación de Campo	28
2.4.	Diagrama de Flujo del proyecto.	28
CAPITULO III.....		31
3.	Análisis y discusión de resultados	31
3.1.	Modelo Operativo	31
3.1.1.	Situación actual	31
3.1.2.	Evaluación externa de las máquinas Inyectoras	31
3.2.	Inventario de Equipos.....	38
3.3.	Fichas Técnicas	41
3.3.1.	Características Intrínsecas de las Inyectoras	57
3.3.2.	Listado de Componentes de la Inyectora IIP-001 y IIP-002	59
3.3.3.	Componentes y función respectiva	61

3.4.	Matriz AMFE	63
3.5.	Matriz Criticidad	83
3.6.	Estadístico de maquinas	87
3.6.1.	Fiabilidad e Infiabilidad Inyectora IIP-001	96
3.6.2.	Fiabilidad e Infiabilidad Inyectora IIP-002.....	107
3.7.	Gamas de Mantenimiento.....	110
3.7.1.	Inyectora Vertical IIP-001 y IPP-002	110
CAPÍTULO IV		123
4.	Conclusiones y Recomendaciones.....	123
4.1.	Conclusiones	123
4.2.	Recomendaciones.....	124
Bibliografía		126
ANEXOS.....		129
	Anexo 1. Limpieza de maquinaria.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.- Gravedad AMFE. [12]	16
Tabla 1.2.- Frecuencia AMFE. [12]	17
Tabla 1.3.- Detectabilidad AMFE. [12]	17
Tabla 1.4.- Rango de valores del NPR permisibles. [12]	18
Tabla 1.5.- Formato AMFE [12]	19
Tabla 1.6.- Matriz Criticidad valoraciones. [13]	20
Tabla 2.1.- Recursos Económicos. Autor	27
Tabla 3.1.- Características Iniciales de la Inyectora IIP-001. Autor	34
Tabla 3.2.- Características generales de trabajo IIP-002. Autor	37
Tabla 3.3.- Ficha Inventario de máquinas. Autor	38
Tabla 3.4.- Ficha Técnica Centro de Mecanizado CNC. Autor	41
Tabla 3.5.- Ficha Técnica Centro de Mecanizado CNC. Autor	42
Tabla 3.6.- Ficha Técnica Fresadora Universal. Autor	42
Tabla 3.7.- Ficha Técnica Inyector de Esponja. Autor	43
Tabla 3.8.- Ficha Técnica Inyectora de Plástico. Autor	44
Tabla 3.9.- Ficha Técnica Inyectora de Plástico. Autor	45
Tabla 3.10.- Ficha Técnica Taladro de Columna. Autor	46
Tabla 3.11.- Ficha Técnica Taladro de Columna. Autor	46
Tabla 3.12.- Ficha Técnica Taladro de Columna. Autor	47
Tabla 3.13.- Ficha Técnica Compresor. Autor	47
Tabla 3.14.- Ficha Técnica Compresor. Autor	48
Tabla 3.15.- Ficha Técnica Sierra de Cinta. Autor	48
Tabla 3.16.- Ficha Técnica Prensa Hidráulica. Autor	49
Tabla 3.17.- Ficha Técnica Prensa Hidráulica. Autor	49
Tabla 3.18.- Ficha Técnica Tronzadora de Metal. Autor	50
Tabla 3.19.- Ficha Técnica Tronzadora de Metal. Autor	50
Tabla 3.20.- Ficha Técnica Taladro de Columna. Autor	51
Tabla 3.21.- Ficha Técnica Soldadora MIG. Autor	51
Tabla 3.22.- Ficha Técnica Soldadora MIG. Autor	52
Tabla 3.23.- Ficha Técnica Soldadura Eléctrica. Autor	52
Tabla 3.24.- Ficha Técnica Soldadora Eléctrica GMAW. Autor	53
Tabla 3.25.- Ficha Técnica Esmeril. Autor	53
Tabla 3.26.- Ficha Técnica Esmeril. Autor	54

Tabla 3.27.- Ficha Técnica Torno Paralelo. Autor.....	54
Tabla 3.28.- Ficha Técnica Fresadora CNC. Autor.....	55
Tabla 3.29.- Ficha Técnica Sierra de Vaivén. Autor.....	56
Tabla 3.30.- Ficha Técnica Prensa Hidráulica. Autor.....	56
Tabla 3.31.- Características Inyectora IIP-001. Autor.....	57
Tabla 3.32.- Características Inyectora IIP-002. Autor.....	58
Tabla 3.33.- Componentes Inyectora IIP-002. Autor.....	59
Tabla 3.34.- Componentes Inyectora IIP-001 e IIP-002. Autor.....	61
Tabla 3.35.- Matiz AMFE Incompleta de la Empresa para las inyectoras IIP-001 e IIP-002. Autor.....	65
Tabla 3.36.- Matriz AMFE en base a NTP 679 para Inyectoras IIP-001 e IIP-002. Autor... 	66
Tabla 3.37.- Matriz Criticidad IIP-001 e IIP-002. Autor.....	83
Tabla 3.38.- Estadístico de máquinas IIP-001. Autor.....	88
Tabla 3.39.- Fiabilidad e Infiabilidad de inyectora IIP-001. Autor.....	96
Tabla 3.40.- Estadístico de inyectora IIP-002. Autor.....	99
Tabla 3.41.- Fiabilidad e Infiabilidad de inyectora IIP-002. Autor.....	107
Tabla 3.41.- Disposición coloreada para las actividades. Autor.....	110
Tabla 3.41.- Membrete de Bitácora. Autor.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1.- Mantenimiento Industrial</i>	4
<i>Figura 1.2.- Clasificación del mantenimiento industrial</i>	5
<i>Figura 1.3.- Mantenimiento Correctivo</i>	6
<i>Figura 1.4.- Mantenimiento Preventivo</i>	7
<i>Figura 1.5.- Mantenimiento Predictivo</i>	7
<i>Figura 1.6.- Mantenimiento Productivo Total</i>	8
<i>Figura 1.7.- Curva de la Bañera</i>	9
<i>Figura 1.8.- Inventario</i>	10
<i>Figura 1.9.- Fichero de Máquinas</i>	11
<i>Figura 1.10.- Fases del mantenimiento Preventivo</i>	12
<i>Figura 1.11.- Sistema de Asientos American</i>	22
<i>Figura 1.12.- Inyectora de polímero</i>	22
<i>Figura 1.13.- Diseño genérico de una inyectora.</i>	23
<i>Figura 1.14.- Etapas de la inyección de polímero</i>	25
<i>Figura 2. 1.-Diagrama de proceso del proyecto técnico. Autor</i>	30
<i>Figura 3.1.- Inyectora de Polímero IIP-001. Autor</i>	31
<i>Figura 3.2.- Inyectora de Polímero IIP-001. Autor</i>	32
<i>Figura 3.3.- Inyectora de Polímero IIP-001. Autor</i>	32
<i>Figura 3.4.- Inyectora de Polímero IIP-001. Autor</i>	33
<i>Figura 3.5.- Inyectora de Polímero IIP-001. Autor</i>	33
<i>Figura 3.6.- Inyectora de Polímero IIP-001. Autor</i>	33
<i>Figura 3.7.- Inyectora de Polímero IIP-002. Autor</i>	35
<i>Figura 3.8.- Inyectora de Polímero IIP-002. Autor</i>	35
<i>Figura 3.9.- Inyectora de Polímero IIP-002. Autor</i>	36
<i>Figura 3.10.- Inyectora de Polímero IIP-002. Autor</i>	36
<i>Figura 3.11.- Inyectora de Polímero IIP-002 (Evidencia de fijas de aceite). Autor</i>	37
<i>Figura 3.12.- Cuadro de control de cambios</i>	87
<i>Figura 3.13.- Gráfica MTBF vs D de inyectora IIP-001. Autor</i>	95
<i>Figura 3.14.- Gráfica MTTR vs D de inyectora IIP-001. Autor</i>	95
<i>Figura 3.15.- Resumen mensual de Disponibilidad de inyectora IIP-001. Autor</i>	96
<i>Figura 3.16.- Resumen mensual de Fiabilidad de inyectora IIP-001. Autor</i>	97
<i>Figura 3.17.- Resumen mensual de Infiabilidad de inyectora IIP-001. Autor</i>	98
<i>Figura 3.18.- Gráfica MTBF vs D de inyectora IIP-002. Autor</i>	106

Figura 3.19.- Gráfica MTTR vs D de inyectora IIP-002. Autor.....	106
Figura 3.20.- Disponibilidad mensual de inyectora IIP-002. Autor	107
Figura 3.21.- Resumen mensual de Fiabilidad de inyectora IIP-002. Autor	109
Figura 3.22.- Resumen mensual de Infiabilidad de inyectora IIP-002. Autor	109
Figura 3.23.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Enero.....	111
Figura 3.24.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Febrero	112
Figura 3.25.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Marzo	113
Figura 3.26.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Abril	114
Figura 3.27.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Mayo	115
Figura 3.28.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Junio	116
Figura 3.29.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Julio	117
Figura 3.30.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Agosto	118
Figura 3.31.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Septiembre	119
Figura 3.32.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Octubre	120
Figura 3.33.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Noviembre	121
Figura 3.34.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Diciembre.....	122

RESUMEN

El proyecto técnico expuesto a continuación tiene como finalidad realizar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa “SISTEMA DE ASIENTOS AMERICAN”. En la empresa mencionada con anterioridad, en el área de inyección existen actualmente dos inyectoras las cuales requieren de un pronto análisis como los son inyectoras vertical y horizontal IIP-001 y IIP-002 respectivamente. Como punto de partida se efectuó la recolección de información más relevante. Esta fue obtenida mediante preguntas directrices dirigidas hacia los obreros debido a que estos manipulan las máquinas por alrededor de 6 horas al día por los 6 días de labores. Cabe detallar que la información obtenida no fue extensa por lo que se procedió a la creación de una matriz AMFE y Criticidad en primera instancia en lugar de partir con el estadístico. Esto nos permitió detallar los componentes más críticos de las inyectoras además de actividades correctivas preestablecidas. Mediante esto se pudo organizar el estadístico de máquinas detallando así varios tiempos como por ejemplo tiempos de operación, reparación, muerto y paro. Todos los valores anteriormente mencionados nos permitieron establecer una disponibilidad de las máquinas basándonos en una tasa de fallos constante. El último paso en la realización del trabajo técnico fueron las gamas de mantenimiento en la cuales se pondrán actividades preventivas previamente colocadas en la matriz AMFE que permitan mantener el estado de la máquina incrementando la vida útil de la máquina y manteniendo los réditos económicos de la empresa.

ABSTRACT

The purpose of this technical project presented below is to achieve a preventive maintenance plan in the company named "SISTEMA DE ASIENOS AMERICAN". The company mentioned above, in his injection area there are currently two injectors which require an early analysis, such as vertical and horizontal injectors IIP-001 and IIP-002 respectively. As a starting point, the most relevant information was collected. This is obtained through directive questions directed towards the workers because they manipulate the machines about 6 hours a day for the 6 days of work. It should be noted that the information obtained was not extensive, so an AMFE and Criticality matrix was created instead of starting with the statistical one. This allowed us to detail the most critical components of the injectors in addition to pre-established corrective activities. Through this, it was possible to organize the machine statistics detailing various times such as operation, repair, dead and stop times. All the aforementioned values allowed us to establish machine availability based on a constant failure rate. The last step was to carry out the technical work was the maintenance ranges in which preventive activities previously placed in the AMFE matrix will be put in place that allow maintaining the state of the machine, increasing the useful life of the machine and maintaining the economic profits of the company.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA SISTEMA DE ASIENTOS DE AMÉRICAN DE LA CIUDAD DE AMBATO”

1.1. Antecedentes

En este momento es común observar un sin número de máquinas pertenecientes a diferentes destinos, labores, precios y tamaños las cuales requieren de un trato preferencial ya sea que estas se averíen o simplemente necesiten de un cuidado minucioso. Debido a esta necesidad el tema de mantenimiento fue establecido. Los tipos de mantenimiento son muy variados cada clasificación con un objetivo propio. Por consiguiente, se analizará trabajos anteriores de distintas personas con objetivos similares al que en este trabajo técnico se procederá a realizar. Como se indica en [1], a medida que la estadística es aplicada al mantenimiento, esto genera un óptimo control de calidad. Detallando que la estandarización en la distribución de los tiempos de falla es un punto clave al momento de establecer un plan de mantenimiento preventivo.

Para Torres [2], en su trabajo enfocado directamente en matrices AMFE y criticidad otorgó un nuevo enfoque investigativo en lo que respecta a la matriz AMFE dado que en su análisis menciona la frase “no hay que reparar el componente una vez que este se despedace, más bien es necesario analizar el mismo minuciosamente con el objetivo de entender dicho comportamiento”.

Como se indica en [3], los procesos productivos son directamente afectados por un criterio en específico a cuál denotaremos como disponibilidad. Este criterio esta es la parte fundamental para una pronta estructuración de un acertado plan de mantenimiento sin importar la índole de este.

Dado que este proyecto se centra directamente hacia la disponibilidad, la asimilación de información es un punto clave. Como se indica en [4] , la confiabilidad y/o disponibilidad depende estrictamente de la estructuración del estadístico de maquina con particular atención hacia el tiempo medio entre fallos (MTBF).

Un tema similar fue estructurado por Freire [5], en el cual mediante el análisis estadístico de weibull pudo establecer una confiabilidad mediante dos métodos, matemático y gráfico. Esto le permitió determinar con mayor precisión el estado de los componentes de las maquinas a las cuales su proyecto fue orientado.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar un Plan de Mantenimiento Preventivo para el Área de Inyección de la Empresa “Sistema de Asientos American” de la ciudad de Ambato.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) **Establecer parámetros de funcionamiento, así como características de uso que permitirán determinar las condiciones de trabajo de las inyectoras.**

A medida que una máquina desarrolla sus actividades, esta se ve directamente afectada por aspectos de diferente índole como por ejemplo condiciones de servicio, condiciones ambientales y por último condiciones de manipulación. Dicho esto, la identificación de estas será parte fundamental en la estructuración de un plan de mantenimiento. Las cuáles serán identificadas por medio de la estrategia determinada como observación visual y seguimiento de la línea de acción (denotamos como línea de acción a las actividades realizadas durante un determinado tiempo de trabajo).

- b) **Especificar las características intrínsecas de Máquinas Inyectoras de Polímeros mediante el análisis modal de fallos o también denominado NTP 679.**

Basándonos en la nota técnica de prevención NTP 679 puntualizaremos criterios como gravedad, frecuencia y detectabilidad todos directamente orientados hacia el fallo. A

la vez que denotaremos aspectos como modo de fallo, efectos, causas, acciones correctivas y responsable de la manipulación. Esto nos permitirá enlistar las actividades que serán agregadas a las bitácoras de mantenimiento.

c) Determinar la fiabilidad que obtendrán las inyectoras basándonos en la tasa de fallos mensual.

Tasa de fallas mensual o también denominada tasa de fallos constante es un valor vital extraído del estadístico de máquinas que nos permite determinar la confiabilidad de las máquinas de un componente a medid que este ha sido utilizado.

d) Estructurar las gamas de mantenimiento acorde a requerimientos puntuales de la empresa.

Una vez indicada la confiabilidad por cada conjunto de componentes agrupados de manera mensual realizaremos una ponderación que nos permitirá extraer las acciones correctivas y colocarlas en la bitácora de mantenimiento. Las actividades serán colocadas de manera diaria, mensual, trimestral, semestral y por último anual. Sin obviar los requerimientos puntuales de la empresa.

1.3. Fundamentación Teórica

1.3.1. Mantenimiento Industrial

Definiremos mantenimiento como las estrategias, maneras y acciones que se realizan a un cierto componente o máquina con el objetivo de asegurar un correcto y continuo desempeño. Este tipo de acciones no son nada que se haya desarrollado en la actualidad, puesto que hace cientos de años los primeros hombres ya delimitaron que un componente debe recibir un trato particular cada cierto periodo tiempo. No es hasta que la revolución industrial se vio en su mayor auge que se acuñó el término mantenimiento industrial. [6].



Figura 1.1.- Mantenimiento Industrial

Fuente: [7]

A medida que los tiempos avanzaban se organizó el mantenimiento enfocado a una base científica. Con esta premisa en mente se establece que es más conveniente subsanar un componente antes que este falle evitando interrupciones en los procesos generando mayores ingresos. En la actualidad los productos han sufrido lo que llamaríamos tercera generación de producción, en la cual se busca extender la disponibilidad de un equipo sin comprometer su integridad como es el caso de equipos electrónicos. A medida que los componentes se vuelven más complejos, los mismos requieren de varias y diversas maneras para afrontar su interrupción delimitando una serie de objetivos primordiales para detallar y generar un mantenimiento apropiado y acertado. Los cuáles serán descritos a continuación [6] [7].

1. Eludir, reducir y en caso de fuerza mayor subsanar dicha falla.
2. En caso de generarse un fallo determinar porque este se provocó.
3. Descartar los paros innecesarios de los conjuntos industriales.
4. Evadir incidentes y daños hacia los operarios.
5. Incrementar la disponibilidad de la maquinaria.
6. Aminorar costes
7. Extender la vida útil [7].

1.3.2. Clasificación del mantenimiento Industrial

A medida que el mantenimiento tuvo un gran impacto en lo que al campo técnico-científico se refiere este mejoró sus enfoques. Cada enfoque denoto en nuevas estrategias para la realización de este, a continuación en la figura 1.2 se detalla la clasificación del mantenimiento, dentro de las cuales los más predominantes son correctivo, preventivo, predictivo y productivo. [8]



Figura 1.2.- Clasificación del mantenimiento industrial

Fuente: [7]

1.3.2.1. Mantenimiento Correctivo

Mantenimiento correctivo o también rara vez denotado como mantenimiento de cambio, es aquel que se orienta hacia la reparación y sustitución de partes o piezas que sufrieron un considerable daño. Sistemas de esta índole son apropiados cuando la máquina en cuestión es muy compleja o esta es estructurada por mecanismos desechables como es el caso de memorias RAM o sistemas integrados. Su principal desventaja atiende a los tiempos de reparación y por consiguiente al costo beneficio. Otra acotación importante es la cantidad de dinero que debe aplicársele a este tipo de mantenimiento. [9]



Figura 1.3.- Mantenimiento Correctivo

Fuente: [7]

1.3.2.2. Mantenimiento Preventivo

En relación con el anterior tipo de mantenimiento este se centra en la capacidad de anticiparse a una interrupción en el funcionamiento de la máquina. Esto se logra mediante el análisis, inspección y manipulación de los materiales que se relacionan con la máquina. En ocasiones esto puede acarrear varias desventajas como, por ejemplo: [9]

- Reemplazo imprudente de partes y piezas sí que estas hayan alcanzado su máxima vida útil.
- Una vez reemplazadas los respectivos mecanismos o piezas estas no se desempeñan de la manera en la que lo hacían las anteriores dado que todas las piezas en conjunto sufren daños a medida que la maquina realiza sus labores, esto no sucede en el reemplazo. Seria acertado decir que el componente nuevo no se iguala a los antiguos en términos de acoplamiento. [9]
- El coste del mantenimiento se ve claramente afectado puesto que no cualquier persona puede realizar las actividades de manipulación y/o análisis. Por consiguiente, el simple hecho de necesitar una persona preparada eleva los costes. [9]



Figura 1.4.- Mantenimiento Preventivo

Fuente: [7]

1.3.2.3. Mantenimiento Predictivo

Mantenimiento enfocado en la monitorización continua de los procesos llevados a cabo por parte de la planta de producción hacia la máquina que permite influir directamente en el desempeño de esta (figura 1.5). Este mantenimiento trabaja con la premisa que todos y cada uno de los fallos se producen de manera gradual por lo que se puede llevar un análisis minucioso de las averías encontradas y una vez determinada su gravedad se puede trabajar en los mismos. La ventaja principal de este mantenimiento es la categorización y organización de los tiempos de cambio y reparación para futuras reparaciones. [7]



Figura 1.5.- Mantenimiento Predictivo

Fuente: [7]

1.3.2.4. Mantenimiento Productivo

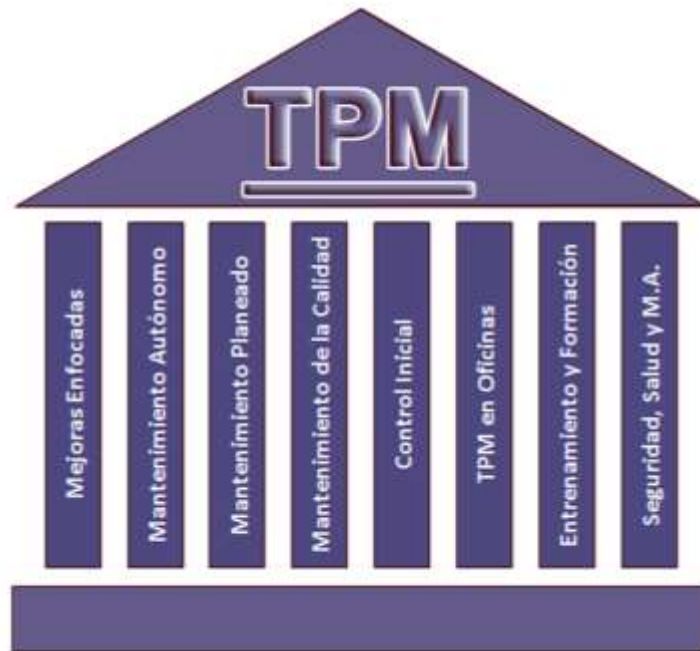


Figura 1.6.- Mantenimiento Productivo Total

Fuente: [7]

Mantenimiento Productivo Total o por si siglas en inglés (TPM) es uno de los conceptos desarrollados por los japoneses en el cual se analiza, inspecciona y sustituyen acciones, manteniendo un control meticuloso de los trabajos realizados para recopilarlos y así establecer un registro óptimo. Esta se describe en la figura 1.6.- mostrada con anterioridad [7].

1.3.3. Disponibilidad en el mantenimiento

El objetivo común en los procesos de análisis, inspección, reemplazo y reinserción es detallar que tan elevada es la disponibilidad. Es decir, determinar un valor numérico para la utilización del mentado componente [8].

1.3.4. Curva de la Bañera

Una vez establecidos los valores numéricos de disponibilidad o fiabilidad, estos deben ser organizados de manera que con estos se pueda generar una gráfica a la cual denotaremos como curva de la bañera. Esta misma puede mostrar 3 niveles de

organización los cuales serán analizados y los mismos que se detallan en la figura 1.7 a continuación [8].

1.3.4.1. Zona infantil

Los fallos se presentarán de manera inoportuna y casi impredecible debido a fallos de fábrica, errores en el montaje, mala manipulación por parte del operario [8].

1.3.4.2. Periodo de Vida Útil

Periodo de mayor duración para las maquinas debido al asentamiento de componentes y adecuación al ritmo de trabajo. Los fallos se generan de manera más controlada [8].

1.3.4.3. Periodo de Envejecimiento

Corresponde al último punto en la vida de la máquina. Los fallos se producen más comúnmente a medida que se realiza el mínimo trabajo [8].

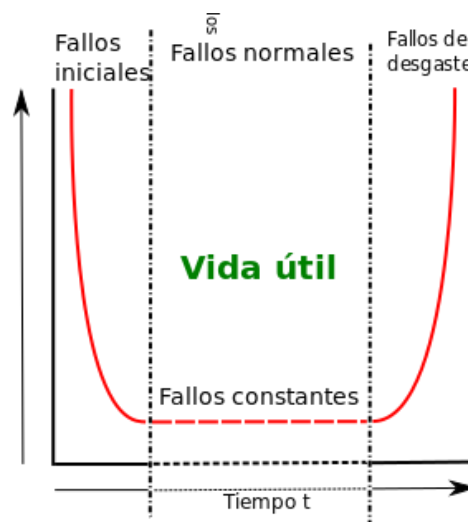


Figura 1.7.- Curva de la Bañera

Fuente: [8]

1.4. Inventario

El inventario de máquinas puede ser catalogado como una organización paramétrica detallada para un determinado conjunto de máquinas o equipos. Cada inventario deberá constar de ciertas características intrínsecas como las que se detallan en la figura 1.8 a continuación [9].

- Número completo de elementos
- Máquina o Equipo
- Marca

- Año de adquisición
- Estado
- Código
- Ubicación



INVENTARIO DE MATERIALES GASTABLES Y DE LIMPIEZAS		
Julio 15 del 2014		
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD
CARTUCHO HP LASERJET 124A (Q6003A) COLOR MAGENTA	Unidad	3
CARTUCHO HP LASERTJET 124A (Q6002) COLOR AMARILLO	Unidad	5
CARTUCHO HP LASERTJET 124A (Q6001) COLOR AZUL	Unidad	2
CARTUCHO HP LASERJET 124A (Q6000A) COLOR NEGRO	Unidad	1
COMPATIBLE LASER PRINTER CARTRIGE	Unidad	4
TONER HP 36A NEGRO (CB436AD)	Unidad	1
TONER HP 304A (CC530AD) COLOR NEGRO	Unidad	6
TONER HP 304A (CC533A) COLOR MAGENTA	Unidad	6
TONER HP 304A (CC531A) COLOR AZUL CYAN	Unidad	5
TONER CANON GPR-16 COLOR NEGRO	Unidad	3
TONER HP 49A (Q5949A)	Unidad	1
TONER LASER PRINTER LASERJET HP- 1150	Unidad	1
TONER LASER PRINTER LASERJET HP-1320 (1120)	Unidad	6
CINTA MAQUINA EPSON LQ590 (S015337)	Unidad	14
CINTA MAQUINA EPSON FX-890 (S015329)	Unidad	6
CARTUCHO TINTA HP TRICOLOR 57 (C6657A)	Unidad	1
CARTUCHO TINTA HP 88 OFFICEJET NEGRO	Unidad	4
CARTUCHO TINTA HP 88 OFFICEJET AMARILLO	Unidad	3
CARTUCHO TINTA HP 88 OFFICEJET AZUL	Unidad	4
CARTUCHO CANON BX-3 COLOR NEGRO	Unidad	7
SHARP TONER CARTRIGE NEGRO (AR-310NT)	Unidad	6
PAPEL BOND 8 1/2 X 11	Resma	74
PAPEL BOND 8 1/2 X 14	Resma	43
PAPEL BOND 8 1/2 X 11 AZUL	Resma	0.5
PAPEL BOND 8 1/2 X 11 ROSADO	Resma	1
PAPEL BOND 8 1/2 X 11 AMARILLO	Resma	5
PAPEL BOND, PLIEGOS(Rollos)	Resma	3
FOLDERS 8 1/2 X 17	Caja	7
FOLDER 8 1/2 X 11 COLOR ROJO	Caja	3
FOLDER 8 1/2 X 11 COLOR NARANJA	Caja	50

Figura 1.8.- Inventario

Fuente: [7]

1.5. Fichero de las Máquinas

Compañía "MNS"					
BOLETA DE TIEMPO					
BOLETA No. : 11836					
EMPLEADO : Luis Pando			DEPARTAMENTO: Ensamblado		
RELOJ No. : 86			FECHA : 12/09		
HORA QUE COMENZÓ	HORA DE TÉRMINO	TIEMPO TOTAL	TARIFA	CANTIDAD	TRABAJO N°
08:00	11:30	3.5	2.00	7.00	10
11:30	12:00	0.5		1.00	12
01:00	5:00	4.0		8.00	15
TOTALES :		8.0		16.00	

Figura 1.9.- Fichero de Máquinas

Fuente: [8]

Información detallada de las actividades realizadas a la máquina en un determinado tiempo bajo ciertos parámetros como; codificación, condiciones de servicio, horarios, procedimientos realizados y normativa aplicada [8].

1.6. Fichero Histórico

Información recopilatorio de toda la vida útil de la máquina. Este a diferencia del fichero de máquinas es mucho más extenso y está catalogado como de primer orden en importancia [8].

1.7. Dossier

El dossier de la máquina está constituido por toda la documentación agrupada a lo largo de la vida útil de la máquina. Los componentes que la conforman le mencionan a continuación [8].

1. Fichero de la máquina.
2. Fichero Histórico.
3. Listado de repuestos.
4. Planos.
5. Esquemas.
6. Tolerancias de Ajuste y Par.
7. Instructivos.

8. Planes de Mantenimientos Anteriores.

1.8. Fases del mantenimiento Preventivo

- Fase 1:
Realizar el inventario de máquinas en el cual se detalla: planos y características intrínsecas de cada equipo.
- Fase 2:
Asimilar información concerniente a la máquina.
- Fase 3:
Delimitar tiempos de trabajo en función de mantenimientos anteriores.
- Fase 4:
Adquisición de repuestos y coste de estos.

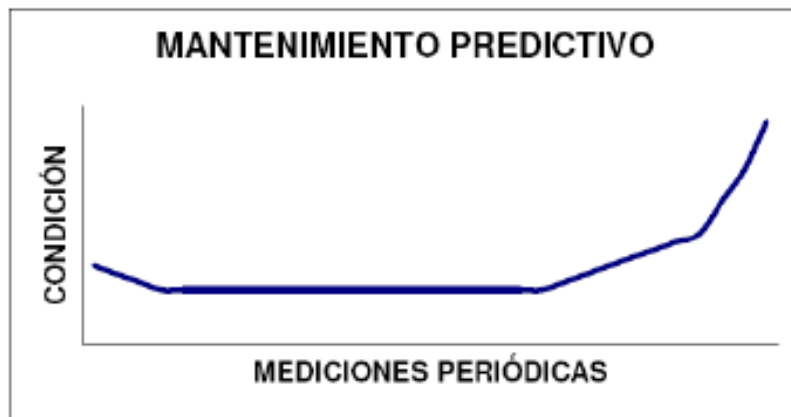


Figura 1.10.- Fases del mantenimiento Preventivo

Fuente: [9]

La figura 1.10.- mostrada con anterioridad puede ser asimilada y/o detallada de la siguiente manera. A medida que son realizadas las mediciones periódicas la condición de respuesta puede ir variando positiva o negativamente. Incrementado o no, la vida útil de la máquina.

1.9. Plan de Mantenimiento

La terminología puede ser definida con una congregación de métodos, acciones, estrategias, todas orientadas hacia el mismo fin. Esta clase de procedimientos los realizamos en función de diferentes enfoques como es el caso de mantenimiento

enfocado al TPM, enfocado a la disponibilidad, enfocado en recomendaciones de fábrica, basado en protocolos y por último basado en la confiabilidad (MCC) [10].

1.9.1. Plan de Mantenimiento Basado en Confiabilidad MCC

Debido a su nombre las acuñaciones que éste recibe son sumamente claras. Se basa principalmente en prever las paradas innecesarias, mejorando la disponibilidad. La disponibilidad se convertirá en un punto clave para el desarrollo del proyecto técnico [11].

1.10. Estadístico de máquinas

Llamamos estadístico de máquinas a la matriz, en la cual las actividades de prevención son colocadas. Además, estas deben ser agrupadas en relación a los meses de trabajo detallando su fecha, tiempos de operación, tiempo de reparación, tiempo muerto y paro [11].

Parámetros:

MTBF: Denominado como, **Tiempo medio entre fallos**

T_{on} : Tiempo de operación (horas)

$\sum n$: Sumatoria total de actividades realizadas

$$MTBF = \frac{T_{o1} + T_{o2} + T_{on}}{\sum n} \quad \text{Ec. (1)}$$

MTTR: Denominado como, **Tiempo medio entre reparaciones**

R_{on} : Tiempo de reparación (horas)

$\sum n$: Sumatoria total de actividades realizadas

$$MTTR = \frac{R_{o1} + R_{o2} + R_{on}}{\sum n} \quad \text{Ec. (2)}$$

λ : Denominado como, Tasa de fallos

$$\lambda = \left(\frac{1}{\text{MTBF}} \right) \quad \text{Ec. (3)}$$

μ : Denominado como, Tasa de reparación

$$\mu = \left(\frac{1}{\text{MTTR}} \right) \quad \text{Ec. (4)}$$

D: Disponibilidad (%)

$$D = \left(\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \right) \quad \text{Ec. (5)}$$

TP: Tiempo de paro (h)

TR: Tiempo de reparación (h)

TM: Tiempo muerto (h)

$$\text{TP} = \text{TR} + \text{TM} \quad \text{Ec. (6)}$$

R (t): Fiabilidad

$$R(t) = e^{-\lambda * t} \quad \text{Ec. (7)}$$

F (t): Infiabilidad

$$R(t) = 1 - e^{-\lambda * T} \quad \text{Ec. (8)}$$

1.11. Matriz de Fallos Modales AMFE

AMFE es un instrumento en el cual detallamos los fallos potenciales, modos de fallo, efectos de la falla y por último medidas de ensayo y/o control. La NTP 679 plantea incógnitas que deben ser contestadas con él, por ejemplo; En caso de un fallo, ¿porque

este se produjo? ¿Qué tan acertado fue el análisis inicial? ¿El fallo generado es de fácil detección? [11]. Las fases que comprenden AMFE se enlistan a continuación.

- Identificar el sector de análisis
- Seleccionar los equipos a estudiar.
- Organizar y Estructurar la matriz AMFE
- Establecer medidas de Control, acciones correctivas [11].

1.11.1. Terminologías utilizadas en AMFE

- **Funciones**

Corresponde a las actividades que realiza un cierto elemento [5].

- **Fallos**

Cambios abruptos en el desarrollo de las actividades predispuestas [5].

- **Modo del Fallo**

Consecuencias generadas al presentarse el fallo.

- **Causa Principal**

Causa raíz que originó el fallo.

Uno de los métodos más comunes para el análisis de la causa raíz de un fallo en denominado como Análisis de cambio/ Análisis de eventos. Esta técnica es esencialmente útil cuando existen un gran número de causas viables. En lugar de mirar el día o la hora específicos en que algo salió mal, observamos un período de tiempo más largo y obtenemos un contexto histórico de la maquinaria analizada. Esto se logra mediante la estructuración de una lista de causas potenciales que podrían provocar el fallo, las cuales deben ser ponderadas en base a las afecciones que estas provocan en la producción. De las cuales la más predominante será la que más coste provoque. Cabe recalcar que las condiciones de análisis varían en base a las condiciones puntuales requeridas o denotadas en el trabajo.

- **Consecuencia**

Delimita que parte de la empresa o sector se vio afectado por el fallo.

- **Detectabilidad**

Capacidad para detallar o visualizar el fallo mediante un análisis.

➤ **Frecuencia del Fallo**

Cantidad de veces que el fallo fue detectado.

➤ **Gravedad de Fallo**

Cantidad de agravio que provocó el fallo hacia las máquinas [5].

1.11.2. Particularidades de AMFE

NPR o también denominado índice de riesgo, como se nombre lo explica nos permite cuantificar el riesgo existente para la máquina. La fórmula se muestra a continuación a la par de los criterios y su respectivo valor numérico de aplicación para el cálculo [12].

$$\text{NPR} = \text{Gravedad}(\text{Gra}) * \text{Frecuencia}(\text{Fre}) * \text{Deteccion}(\text{Dect}) \quad \text{Ec. (9)}$$

Tabla 1.1.- Gravedad AMFE. [12]

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

La tabla 1.1.- expuesta con anterioridad menciona que uno de los parámetros AMFE a ponderar es la gravedad del fallo. En esta se da valoraciones ponderadas que van desde 1 a 10. A la par que la gravedad puede ser denotada como muy baja hasta muy alta. Estos valores serán determinados basándonos en los criterios que estas contienen.

Tabla 1.2.- Frecuencia AMFE. [12]

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	7-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

La tabla 1.2.- expuesta con anterioridad analiza el segundo de los parámetros AMFE el cual es frecuencia. En esta se da valoraciones ponderadas que van desde 1 a 10. A la par que la frecuencia puede ser denotada como muy baja hasta muy alta. Estos valores serán determinados basándonos en los criterios que estas contienen. Cabe recalcar que el termino frecuencia denota cuantas ocasiones se produce un fallo en relación a un periodo corto de estudio.

Tabla 1.3.- Detectabilidad AMFE. [12]

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

La tabla 1.3.- expuesta con anterioridad analiza el tercero de los parámetros AMFE el cual es detectabilidad. En esta se da valoraciones ponderadas que van desde 1 a 10. A

la par que la detectabilidad puede ser denotada como improbable hasta muy alta. Estos valores serán determinados basándonos en los criterios que estas contienen. Cabe recalcar que el termino detectabilidad denota que tal fácil resulta la detección de la falla en la máquina de análisis [12].

La nota técnica de prevención NTP 679 muestra que el NPR será considerado como aceptable, reducción deseable e inaceptable si los valores numéricos sobrepasan las cantidades mostradas en la tabla 1.4 expuesta a continuación [12].

Tabla 1.4.- Rango de valores del NPR permisibles. [12]

NPR>200	Inaceptable (I)
200>NPR>125	Reducción deseable (R)
125>NPR	Aceptable(A)

La matriz que se muestra en la tabla 1.5.- expuesta a continuación expone las características que forman parte de la matriz AMFE. La terminología aplicada fue denotada con anterioridad por que lo que no se realizará una interpretación profunda. Pero eso no significa que la interpretación de los pasos para la realización de la misma no será expuesta. A continuación, se enumeran los mismos.

1. Realizar una enumeración de todos los fallos que se puedan dar:

En este punto es necesario detallar los fallos a la par que las condiciones que posiblemente llevaron al mismo.


2. Establecer un índice de prioridad:

Cuando se termine el primer paso pasamos al segundo en el que se deberá generar una lista larga de todos los posibles “modos de fallo” del producto. Tomando como objetivo final la determinación del NPR.

3. Priorizar los modos de fallo y buscar soluciones:

Cuando se haya calculado el NPR para todos los “modos de fallo” detectados, se tendrá que clasificar de mayor a menor. Los modos de fallo con mayor nivel de NPR serán los prioritarios a la hora de ser solventados.

Tabla 1.5.- Formato AMFE [12]

Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002												
Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 01/01/20201				
Componente	Función	Modo de fallo	Causa del fallo	Efecto de la fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones correctivas	Designado	
1	Acople	Unir y mantener el movimiento del motor hacia los demás elementos	No existe movimiento en los elementos terciarios	Acople agrietado	Ruidos molestos y no característicos al momento de realizar el trabajo	Operacional	4	2	7	56	Revisión auditiva en busca de ruidos no característicos en el molde	Operador
2	Acoples de selección	Mantener el conjunto armado molde-porta molde	Molde no centrado	Molde no es el adecuado	No se produce la inyección o el material a inyectar se derrama	Operacional	3	2	7	42	Revisión auditiva en busca de ruidos no característicos en el motor	Operador
3	Actuadores	Permitir la apertura y cerrado del molde	Actuador bloqueado	Actuador fuera de servicio	Paro imprudente de la máquina	Operacional	8	1	8	64	Inspección visual el conjunto	Operador

1.12. Matriz Criticidad

A medida que los componentes son estructurados en la matriz AMFE esta analiza todos y cada uno de ellos a razón de actividades que están directamente relacionadas a los fallos, causas y acciones correctivas, pero es más acertado ponderar los elementos con más criterios. Estos serán mostrados a continuación en la tabla 1.6, los mismo serán parte de una nueva matriz a la cual denominaremos matriz criticidad [13].

Tabla 1.6.- Matriz Criticidad valoraciones. [13]

CRITERIOS PONDERADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	VALOR
Parámetro mayor a 4 fallas/año	4
Promedio 2-4 fallas/año	3
Buena 1-2 fallas/año	2
Excelente menores de 1 falla/año	1
IMPACTO OPERACIONAL	VALOR
Parada inmediata total	10
Parada del complejo planta y tiene repercusión en otro	6
Impacta en niveles de producción o calidad	4
Repercute en costos operacionales adicionales asociados	2
No genera ningún efecto significativo sobre la operación	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	VALOR
No existe opción de producción y no existe función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido	2
Función de repuesto disponible	1
COSTO DE MANTENIMIENTO	VALOR
Mayor o igual a 120 USD	2
Inferior a 120 USD	1

CRITERIOS PONDERADOS	
Afecta a la seguridad humana tanto externa como internamente	8
Afecta el ambiente produciendo daños severos	6
Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Provoca daños menores (Accidentes e incidentes)	2
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola ninguna ley	1

El objetivo de la matriz es determinar la criticidad o más acertado sería decir cuál de todos los componentes analizados es el más crítico y a cuál se le debe prestar mayor atención al momento de establecer las gammas de mantenimiento. La ecuación respectiva para el cálculo se muestra a continuación [13].

$$\text{Total Crítico} = (I_{op} * Flex) + Cost + Imp. \quad \text{Ec. (10)}$$

Donde

Total, Crítico: Valor previo al cálculo de criticidad

I_{op}: Impacto operacional

Flex: Flexibilidad

Cost: Costos de mantenimiento

Imp: Impacto de salud

Frec: Frecuencia de los fallos

$$\text{Criticidad} = Frec * \text{Total Crítico} \quad \text{Ec. (11)}$$

1.13. Empresa Asientos de American

La empresa Sistema de Asientos de American ubicada en la ciudad de Ambato sector Huachi Loreto se caracteriza por la fabricación de un sin número de partes y elementos

como, por ejemplo; estructuras metálicas, planchas, varillas, perfiles, tubos, ángulos y afines. Con alrededor de 10 años en el mercado ha sabido proporcionar productos y/o servicios de la manera más eficaz, cumpliendo con estándares y requerimientos del mercado.



Figura 1.11.- Sistema de Asientos American.

Fuente: [9]

1.14. Máquina inyectora de Polímero

El Moldeo o fabricación de partes y piezas por el método de inyección es comúnmente utilizado debido a su amplio ritmo de trabajo. Un polímero sin importar la índole del mismo, pero sin despreciar sus características intrínsecas es impulsado a través de un pequeño orificio denominado como compuerta de salida hacia un molde previamente diseñado. Una vez transcurrido el tiempo respectivo el molde deberá ser abierto dejando expuesta la pieza de trabajo requerida [14].

Figura 1.12.- Inyectora de polímero



Fuente: [14]

1.14.1. Tipos de inyectoras de plástico

- **Hidráulicas:** Posee como característica principal alta velocidad y productividad a la vez que un diseño sencillo.
- **Eléctricas:** La eficiencia energética es elevada, poseen alta exactitud, fácil limpieza.
- **Híbridas:** Esta prediseñadas para aprovechar todas las características que abarcan las antes mencionadas.
- **Micro Moldeo:** Método de mayor productividad y de bajo coste.
- **Maquinas Verticales:** Este tipo de máquinas esta mayormente automatizado a la par que poseer un amplio rango de trabajo [15].

1.14.2. Partes genéricas de una inyectora de polímero.

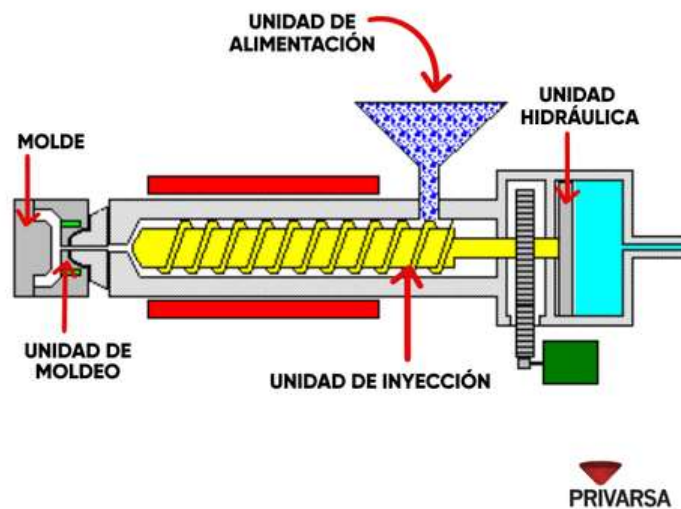


Figura 1.13.- Diseño genérico de una inyectora.

Fuente: [15]

- **Motor**

Componente encargado de proporcionar el movimiento inicial de todo el conjunto armado [15].

- **Engranajes**

Elementos que sirven como amplificadores de movimiento a razón de un determinado valor [15].

- **Cilindro hidráulico**

Proporciona el movimiento con dirección el eje x+ y x- para el conjunto [15].

- **Dosificador**

Conjunto que se encarga de suministrar la materia prima a una razón específica de trabajo y velocidad [15].

- **Tolva**

Agrupar y mantener la materia prima antes de que esta sea succionada hacia el interior de la máquina [15].

- **Usillo**

Cumple la función de un tornillo sin fin es decir impulsa la materia prima hacia los termopares para que estos calientan el polímero [15].

- **Gránulos**

Materia prima de trabajo [15].

- **Calentadores o Termopares**

Proporciona una temperatura adecuada para el cambio de fase en el estado del polímero [15].

- **Orificio de Salida**

Permite la salida del polímero para ser inyectado hacia el molde [15].

- **Reserva de fundido**

Espacio generado entre el orificio de salida y el molde con el fin de homogenizar la materia prima [15].

1.14.3. Sistemas generales que conforman una inyectora

- **Sistema de inyección:** Abarca los componentes que permiten la inyección del polímero.

- **Sistema de Cierre:** Aglomera los componentes hidráulicos y eléctricos que impulsan el polímero a través de la máquina.
- **Sistema de Control:** Sistema mediante el cual se monitorean, controlan y realizan las operaciones de trabajo.
- **Moldado:** Sistema que agrupa, contiene y da forma al producto [15].

1.14.4. Proceso de inyección de plástico

El proceso común de inyección consiste en calentar un material polimérico a una temperatura inferior a la de fusión con el objetivo de impulsar la misma a una presión del sistema previamente establecida como se muestra a continuación:

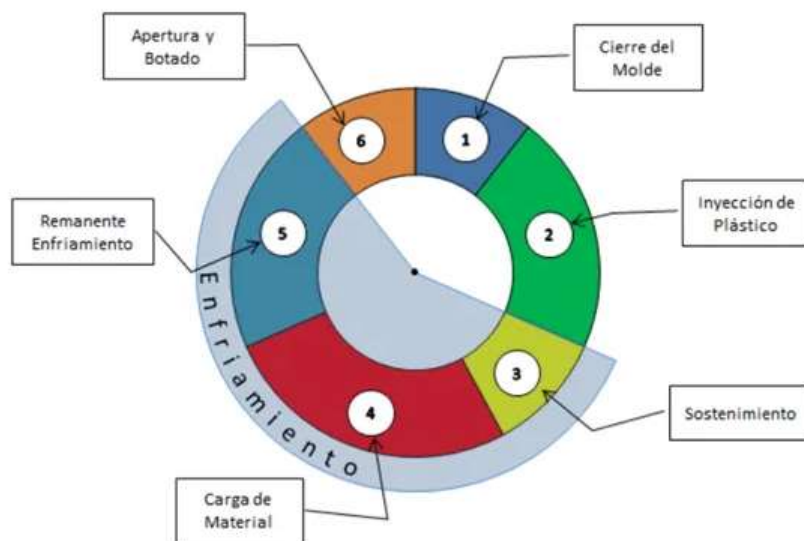


Figura 1.14.- Etapas de la inyección de polímero

Fuente:

A continuación, se procederá a describir el proceso que se muestra en el a figura1.14 expuesta con anterioridad. Como primer paso en el proceso de inyección tenemos el molde preparado con anterioridad acorde a las características requeridas y procedemos a cerrar el mismo. El siguiente paso consiste en inyectar el plástico en proporción. Desde ese punto en específico el proceso se concentra en lo que se conoce como fase de enfriamiento lo que comúnmente abarca los pasos de carga de material y remanente de enfriamiento a la vez que el anteriormente mencionado. Como último paso en el moldeo tenemos la apertura y botado, el cual consiste en revisar y retirar la parte y/o pieza que se deseó moldear [16].

1.14.5. Temperatura de Masa, tiempo de enfriamiento y velocidad de inyección

Las características más importantes en el desarrollo del proceso de inyección de polímeros es la temperatura o también denominado como energía térmica. Esta es la encargada de influir directamente en las características intrínsecas del polímero como los son fluidez y viscosidad. Como segunda característica tenemos el tiempo de enfriamiento ya que este influye en el estado final de la pieza inyectada dado que el cambio no gradual de la temperatura genera un deterioro en el peso molecular, generando un agrietado interior invisible. La última, pero no menos importante es la velocidad de inyección, está en particular al no ser la adecuada genera degradación o rotura molecular que incide directamente en el estado final de la pieza [17].

1.15. Materia prima

Termoplásticos

Los termoplásticos son una parte muy importante de la familia de los plásticos. En estos materiales es por efecto de la temperatura lo que logra conseguir su estado plástico y moldeable; que le permite adoptar diferentes formas. En los termoplásticos, la temperatura necesaria para reblandecerse y hacerse moldeable es de 180 a 330°C, dependiendo de la composición del mismo [18].

Composición de los termoplásticos

Los termoplásticos son compuestos orgánicos; ya que su elemento fundamental es el carbono. Están formados por macromoléculas (moléculas de gran longitud) y son creados transformando químicamente sustancias, inferiores en tamaño, que tienen otras características. No obstante, existen otras sustancias con macromoléculas similares, como son la celulosa, el caucho natural y la seda [18].

CAPITULO II

2. Metodología

A continuación, se exponen los materiales, recursos y metodología que serán empleados para la ejecución del proyecto técnico.

2.1. Materiales y Recursos

2.1.1. Recursos Humanos

- Docente tutor Ing. Mg. Jorge López.
- Estudiante de la Universidad Técnica de Ambato “Cristian Israel Chicaiza Tipan”
- Ingeniero Alex Salazar, de la empresa “Sistema de Asientos de American” Jefe de Producción.

2.1.2. Recursos Institucionales

- Planta industrial de la Empresa “Sistema de Asientos de American”

2.1.3. Recursos Materiales

- Ordenador personal
- Materiales Varios (calculadora, internet)
- Paquete Microsoft Office (Word)
- NTP 679

2.1.4. Recursos Económicos

Tabla 2.1.- Recursos Económicos. Autor

Descripción	Cantidad	Total
Nota Técnica de Prevención	1	\$ 200
Transporte	1	\$ 70
Uso de internet	1	\$ 80
Calculadora	1	\$ 25
Computador portátil	1	\$ 850
Costos Operativos	1	\$300
Costos varios (imprevistos)	1	\$40
	TOTAL	\$ 1565

2.2. Métodos

La información asimilada de la empresa permitirá establecer parámetros de funcionamiento a los que se somete la maquina cada día de trabajo. Asientos de América es una empresa que se dedica a la inyección de polímero como materia prima de fabricación. Por consiguiente, las máquinas que serán analizadas corresponden a las inyectoras de la mencionada empresa. La información asimilada formara parte del estadístico de máquinas en el cual se detallan varios tiempos como, por ejemplo, tiempo de paro, tiempo muerto y tiempos de reparación. Toda esta información será anexada a la NTP 679 detallada como Matriz de fallos nodales AMFE. El proyecto enteramente estará enfocado a la disponibilidad de las máquinas inyectoras mediante el análisis e interpretación del estadístico de máquinas, es decir categorización de la disponibilidad en base a tasa de fallos constante.

Establecida la matriz AMFE de los elementos más prominentes que conforman la máquina, todos y cada uno de ellos serán anexados a la matriz criticidad en la cual se detallará un NPR promedio, obteniendo así los componentes más críticos los cuales serán llevados a las bitácoras de mantenimiento, estructurando así el plan de manteamiento preventivo.

2.3. Modalidad de la investigación

2.3.1. Investigación Aplicada

Asientos de América requiere de un plan de mantenimiento preventivo que subsane los imprevistos que se generen en la planta a la vez que mantenga la producción en la mayor capacidad posible por lo que todos y cada uno de los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera universitaria será empleados en la realización de este proyecto.

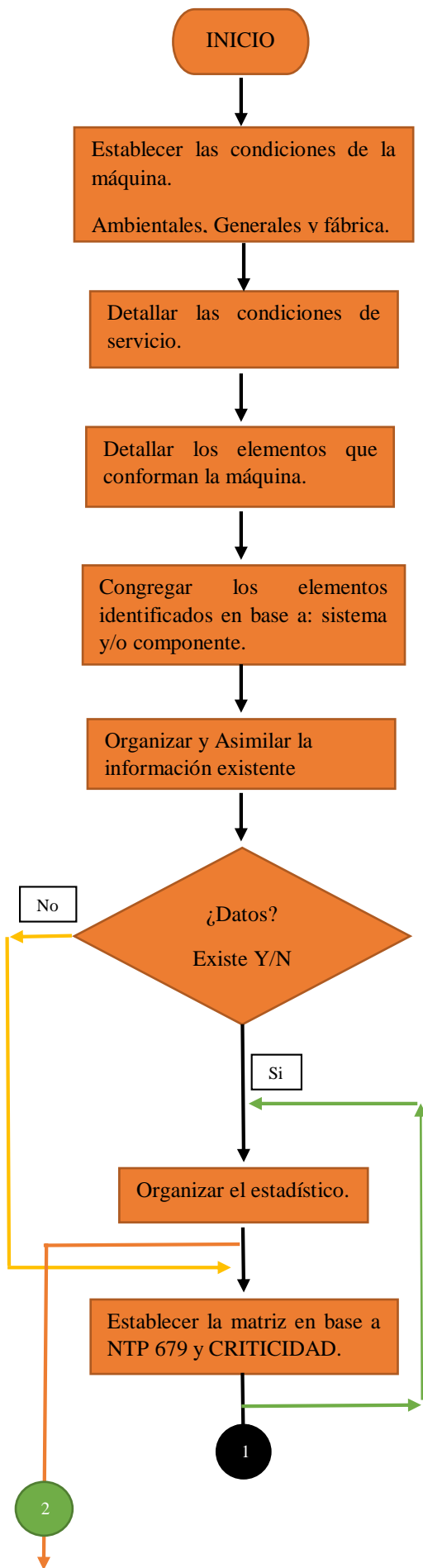
2.3.2. Bibliografía Documental

Los contenidos necesarios para la estructuración del presente proyecto serán obtenidos mediante asimilación, investigación, recopilación y categorización de información.

2.3.3. Investigación de Campo

Detallar las características de las máquinas, así como sus tiempos de trabajo pueden ser catalogados y detallados mediante la incursión personal del interesado en terrenos de la empresa Asientos de América. La metodología se muestra a continuación.

2.4. Diagrama de Flujo del proyecto.



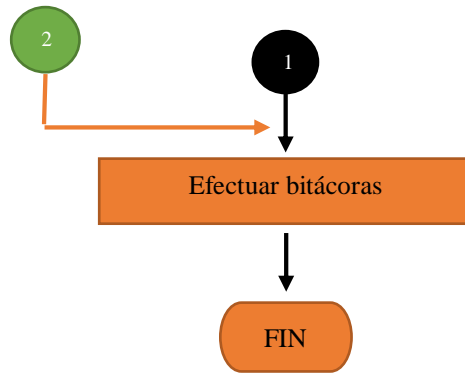


Figura 2.1.-Diagrama del proyecto técnico a ser realizado. Autor

CAPITULO III

3. Análisis y discusión de resultados

3.1. Modelo Operativo

3.1.1. Situación actual

Con el objetivo de estructurar un plan de mantenimiento acorde a requerimientos delimitados por la empresa es sumamente importante organizar el trabajo de la manera más idónea. Uno de los puntos más importantes a considerar es la asimilación de información en la cual procederemos a denotar los tiempos que cada reparación y/o mantenimiento tomaron. Cabe recalcar que si los tiempos antes mencionados no fueron recabados por la empresa estos deberán ser realizados por el personal de mantenimiento, el cual deberá realizar la investigación bibliográfica pertinente antes de continuar con el plan de mantenimiento.

La Empresa “Sistema de Asientos American” posee un sin número de máquinas industriales las cuales poseen amplios rangos y por consiguiente son propensas a daños. Un claro ejemplo de esto son las inyectoras. Estas desempeñan una labor primordial en las actividades económicas de la empresa a la vez que están directamente predispuestas a paros innecesarios si no son analizadas con la debida atención.

3.1.2. Evaluación externa de las máquinas Inyectoras

Características Generales



Figura 3.1.- Inyectora de Polímero IIP-001. Autor



Figura 3.2.- Inyectora de Polímero IIP-001. Autor



Figura 3.3.- Inyectora de Polímero IIP-001. Autor

Se evidencia existencia de remanentes del proceso de inyección en las proximidades de la inyectora, las mismas que pueden interferir en el desempeño de la maquinas, así como, en el estado de los componentes en un tiempo determinado, los cuales se visualizan desde la figura 3.1 a la figura 3.3 con anterioridad.



Figura 3.4.- Inyectora de Polímero IIP-001. Autor

Como se evidencia en la figura 3.4, además de componentes ajenos a las maquinas se evidencia que elementos como son botes de aceite, guipe y en algunos casos basura se encuentran junto a la máquina.



Figura 3.5.- Inyectora de Polímero IIP-001. Autor



Figura 3.6.- Inyectora de Polímero IIP-001. Autor

Como se visualiza desde figura 3.1 a la figura 3.6, anteriormente mostradas se puede evidenciar que la inyectora necesita acciones correctivas, como un mantenimiento preventivo como, por ejemplo; limpieza tanto interna como externa, revisión de niveles de refrigerante, revisión de niveles de aceite, colocación de un nuevo breaker debido que es algo común que la máquina se apague en algún momento de la inyección. Estas acciones evitaran el deterioro gradual de la

misma por consiguiente a continuación se muestra una tabla resumen del estado inicial de la inyectora IIP-001.

Tabla 3.1.- Características Iniciales de la Inyectora IIP-001. Autor

Inyectora de Plástico IIP-001		
Condiciones de Trabajo	Característica	Ponderación
Tiempo de Trabajo	6 horas x día	N/A
Exposición a los elementos	Cubierta de Zin	(6/10)
Disposición de elementos	Existen aglomeración de elementos aledaños	N/A
Cableado	En términos generales el cableado posee una calidad media alta, a excepción de la fuente principal dado que este se sobrecalienta	(7/10)
Controladores (Pantallas)	Controladores analógicos	(7/10)
Cubierta (Pintura)	Estado medio alto	(8/10)
Cañerías	Estado medio alto	(8/10)
Alimentación	Existe una sobrecarga en el sistema	N/A
Señalética	No existe	(0/10)
Estado General	Estado medio	(7/10)
Limpieza General	Estado Bajo	(4/10)
Existen elementos a reparar o reemplazar	Si. El husillo que impulsa el material PET hacia los termopares ha disminuido sus RPM incrementando el tiempo de inyección.	N/A
Existen Fugas de Fluido	Si. Una en particular, la encargada de transportar el aceite a la salida de la bomba se evidencia fugas de aceite	N/A

Las ponderaciones fueron delimitadas en base a inspección visual por lo que pueden estar sujetas a interpretación por lo que se le resto un punto de la puntuación total (10) si la características presenta un detalle por ejemplo para la características exposición a los elementos su nota final fue

de (6/10) debido a que se le resto 1 por que la cubierta es de Zin y presenta goteras, 1 punto porque esta no presenta evidencia de reparaciones ni adecuaciones, y 1 por que esta no cubre las inmediaciones.



Figura 3.7.- Inyectora de Polímero IIP-002. Autor

En la figura 3.7 que se muestra anteriormente se puede evidenciar un grave problema, como lo es la aglomeración de remanentes de la producción están colocados junto a la inyectora, entorpeciendo el trabajo a la par de producir un deterioro gradual de la máquina.



Figura 3.8.- Inyectora de Polímero IIP-002. Autor

También se evidencia grasa en conjunto con una gran cantidad de polvo que necesita ser removida, en función de preservar el estado de la maquinaria el cual se visualiza en la Figura 3.8 expuesta con anterioridad.



Figura 3.9.- Inyectora de Polímero IIP-002. Autor

En la figura 3.9 expuesta con anterioridad se evidencia que materiales de fibra (telas) se encuentran colocados en lugares estratégicos para cubrir un agujero o un derrame de fluido. Permitiendo el deterioro gradual de la máquina.



Figura 3.10.- Inyectora de Polímero IIP-002. Autor

Por otra parte, en lo que respecta a el cableado este se encuentra reparado mediante cables no apropiado a la par de pisados por el operario, deteriorando el mismo cada día de trabajo (figura 3.10).



Figura 3.11.- Inyectora de Polímero IIP-002 (Evidencia de fijas de aceite). Autor

Como se detalla desde la figura 3.6 a la figura 3.11, esta máquina necesita de igual manera una serie de acciones correctivas como lo son limpieza, leves reparaciones en la pintura, cambio de cables entre otras. A continuación, se muestra una tabla resumen del estado inicial de la inyectora IIP-002.

Tabla 3.2.- Características generales de trabajo IIP-002. Autor

Inyectora de Plástico IIP-002		
Condiciones de Trabajo	Característica	Ponderación
Tiempo de Trabajo	5 horas x día	N/A
Exposición a los elementos	Cubierta de Zin	(6/10)
Disposición de elementos	Existen aglomeración de elementos aledaños	N/A
Cableado	Mal estado	(6/10)
Controladores (Pantallas)	Controladores analógicos	(6/10)
Cubierta (Pintura)	Estado medio	(7/10)
Cañerías	Estado medio alto	(8/10)
Alimentación	No existe una sobrecarga en el sistema	N/A
Señalética	No existe	(0/10)

Inyectora de Plástico IIP-002		
Condiciones de Trabajo	Característica	Ponderación
Estado General	Estado medio	(7/10)
Limpieza General	Estado Bajo	(4/10)
Existen elementos a reparar o reemplazar	Si. El tapón de aceite se encuentra extraviado	N/A
Existen Fugas de Fluido	Si. Una en particular, la cañería encontrada junto a la bomba	N/A

Una vez más las ponderaciones serán delimitadas en base a inspección visual por lo que pueden estar sujetas a interpretación por lo que un ejemplo en particular será interpretado. La característica a ser detallada es el estado de cañerías su nota final fue de (8/10) debido a que se le resto 1 por que esta presenta goteras, 1 punto por esta se encuentra sucia impidiendo la fácil detección de la fuga (tabla 3.2).

3.2. Inventario de Equipos

A continuación en la tabla 3.3, se muestra el inventario de equipos de la Empresa Sistema de Asientos American en la cual se detalla el equipo, procedencia, marca, estado, código y ubicación en la empresa.

Tabla 3.3.- Ficha Inventario de máquinas. Autor

SISTEMA DE ASIENTOS AMERICAN						
INVENTARIO DE EQUIPOS						
						
#	Equipo	Procedencia	Marca	Estado	Código	Ubicación
1	Centro de Mecanizado	Alemania	HARTFORD	Óptimo	VCM-1020	Área de Matricería
2	Centro de Mecanizado	España	ANAYAK	Óptimo	VCM-008	Área de Matricería
3	Fresadora Universal	Italia	MASERATI	Medio	FRU-001	Área de Matricería
4	Inyectora de Esponja	N/A	RIEKER OBU s.r. o	Óptimo	IIE-001	Área de Inyección
5	Inyectora de Plástico	Checoslovaquia	VIHORLAT AT SNINA	Medio	IIP-002	Área de Inyección

SISTEMA DE ASIENTOS AMERICAN

INVENTARIO DE EQUIPOS



6	Inyectora de Plástico	Italia	TRIULZI	Medio	IIP-001	Área de Inyección
7	Taladro de Columna	Estados Unidos	KTC GROUP	Óptimo	TC-001	Área de Matricería
8	Taladro de Columna	Estados Unidos	KTC GROUP	Medio	TC-002	Área de Producción
9	Taladro de Columna	Taiwán	TONG YUAN	Óptimo	TC-003	Área de Matricería
10	Compresor	N/A	PUMA AIR CENTER	Medio	CO-001	Área de Producción
11	Compresor	Estados Unidos	RONG LONG	Medio	CO-002	Área de Acabado
12	Sierra de Cinta	Estados Unidos	RONG LONG	Óptimo	SC-001	Área de Acabado
13	Prensa Hidráulica	España	GUILLEM	Óptimo	PH-001	Área de Acabado
14	Prensa Hidráulica	España	ARISA	Óptimo	PH-002	Área de Acabado
15	Tronzadora de Metal	Estados Unidos	DeWALT	Medio	TM-001	Área de Producción
16	Tronzadora de Metal	Ecuador	ELECTRO	Óptimo	TM-002	Área de Producción
17	Taladro de Columna	Estados Unidos	RONG LONG	Óptimo	TC-004	Área de Producción
18	Soldadura MIG	Estados Unidos	KTC	Medio	SM-001	Área de Soldadura
19	Soldadura MIG	Estados Unidos	KTC	Medio	SM-002	Área de Soldadura
20	Soldadura Eléctrica	Estados Unidos	LINCOLN	Óptimo	SE-001	Área de Soldadura
21	Soldadura Eléctrica	Estados Unidos	LINCOLN	Óptimo	SE-002	Área de Soldadura
22	Esmeril	Taiwán	SEMPs	Medio	ES-001	Área de Matricería
23	Esmeril	Estados Unidos	BP	Óptimo	ES-002	Área de Producción
24	Torno Paralelo	China	PIYNA	Óptimo	TOP-001	Área de Matricería

ASIENTOS DE AMERICAN

INVENTARIO DE EQUIPOS



25	Fresadora CNC	N/A	BRIDGPORT	Óptimo	FRCNC-001	Área de Matricería
26	Sierra Vaivén	España	UNIZ	Medio	SIV-001	Área de Producción
27	Prensa Hidráulica	Ecuador	AMERICAN	Medio	PRH-001	Área de Producción

3.3. Fichas Técnicas

Las fichas técnicas de la maquinas se muestran a continuación.

Tabla 3.4.- Ficha Técnica Centro de Mecanizado CNC. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 01
Centro De Mecanizado CNC		Máquina	Equipo
Código	VMC-1020	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	Hartford	Color	Blanco
No. Serie		Procedencia	Alemania
Modelo	VMC-1020S	Cuenta con manual	SI
Ubicación	Área de Matriceria		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
FUNCIÓN			
Voltaje	200-220V	Dimensiones	
Frecuencia	50/60 Hz	Largo	2,6 m
Potencia	10 KVA	Alto	2,8 m
Amperaje	5,9	Ancho	2,5 m
Rpm	0-3600	Peso	5400 Kg
Construir Moldes y Matrices			



Tabla 3.5.- Ficha Técnica Centro de Mecanizado CNC. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 02
Centro De Mecanizado CNC		Máquina	Equipo
Código	VMC-008	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	ANAYAK	Color	Verde
No. Serie		Procedencia	España
Modelo	ANARK-MATIC-8-CNC	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Matriceria		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	200-220V	Dimensiones	
Frecuencia	50/60 Hz	Largo	3,4 m
Potencia	25 KW	Alto	2,3 m
Amperaje	113	Ancho	3,3 m
Rpm	0-3600	Peso	10 Ton
			Construir Moldes y Matrices

Tabla 3.6.- Ficha Técnica Fresadora Universal. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 03
Fresadora Universal		Máquina	Equipo
Código	FRU-001	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	Maserati	Color	Verde
No. Serie	4148	Procedencia	Italia
Modelo		Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Matriceria		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	200-220V	Dimensiones	
Frecuencia	50/50 Hz	Largo	1,7 m
Potencia	3,7 KW	Alto	1,65 m
Amperaje	17	Ancho	1,8 m
Rpm	30-700	Peso	1 Ton
			Realizar trabajos de desbaste en superficies planas o perfiles irregulares, pudiendo también utilizarse para tallar engranajes y roscas, taladrar y mandrilar agujeros, ranuras chaveteros y graduar con precisión medidas regularmente espaciadas.

Tabla 3.7.- Ficha Técnica Inyector de Esponja. Autor

				
FICHA TÉCNICA			N: 04	
Inyectora de Esponja		Máquina	Equipo	
Código	IIE-001	X		
CARACTERÍSTICAS GENERALES				
Marca	RIEKER OBU s.r.o.	Color		Azul
No. Serie	15915	Procedencia		
Modelo		Cuenta con manual		No
Ubicación	Área de Inyección			
Dimensiones				FUNCIÓN
Largo	6 m	Ancho	Inyectar Esponja	
Alto	3 m	Peso		3 Ton
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Bomba de Agua (Inyectora de Esponja)				
No. Serie	2916407	Voltaje	220 Trifásico	
Potencia	0,37 KW	Rpm	2800	
Frecuencia	50 Hz	Amperaje	1,53	
Motor de POLIOL de elevador de Presión				
Modelo	F51574			
No. Serie	71591	Voltaje	220	
Potencia	2,5 Hp	Rpm	1450	
Frecuencia	50 Hz	Amperaje	7,2	
Moto Reductor de POLIOL				
Modelo	C277			
No. Serie	TKR/1 0			
Giro	26/125			
Compresor de la Inyectora de Esponja				
No. Serie	Weg NBR 7094	Voltaje	220	
Potencia	7,5 kW	Presión Máxima	12 bar-175PSI	
Frecuencia	60 Hz	Amperaje	25,5	

Tabla 3.8.- Ficha Técnica Inyectora de Plástico. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 05
Inyectora de Plástico		Máquina	Equipo
Código	IIP-001	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	VIHORLAT SNINA n.p.	Color	Blanco
No. Serie	288	Procedencia	Checoslovaquia
Modelo	CS 321/160	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Inyección		
Dimensiones			FUNCIÓN
Largo	4 m	Ancho	Inyectar Plástico
Alto	2 m	Peso	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Capacidad		300 gr	



Motor Parte de Inyección			
Modelo	SIEMENS ILAF-112-6-YAG0	Voltaje	220
Potencia	3 Hp-2,5 KW	Rpm	1150
Frecuencia	50 Hz	Amperaje	11,8

Motor Parte Hidráulica			
Modelo	SIEMENS ILAF-167-4YA70	Voltaje	220
Potencia	25 Hp-18,7 KW	Rpm	1750
Frecuencia	60 Hz	Amperaje	60

Tabla 3.9.- Ficha Técnica Inyectora de Plástico. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 06
Inyectora de Plástico		Máquina	Equipo
Código	IIP-002	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	TRIULZI	Color	Verde
No. Serie		Procedencia	ITALIA
Modelo	EL 2/200PV	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Inyección		
Dimensiones			FUNCIÓN
Largo	5,4 m	Ancho	Inyectar plástico
Alto	9 m	Peso	
Capacidad			2000 kg



Motor Inyectora de Plástico Parte Hidráulica			
Modelo	SNE 200LGB		
No. Serie	138513	Voltaje	220
Potencia	22KW-30HP	Rpm	975
Frecuencia	50 Hz	Amperaje	43

Motor de Movimiento de Mesa			
Modelo	F112MW/6		
No. Serie	553843	Voltaje	220
Potencia	2,2 KW	Rpm	925
Frecuencia	50 Hz	Amperaje	10

Motor de Bomba de Enfriamiento			
Modelo	ISP-455	H. Máx. (m)	4 8
Q. Máx.(L/min)	60	Voltaje	110
Potencia	0,75KW-1Hp	Rpm	3450
Frecuencia	60 Hz	Amperaje	3 , 4

Tabla 3.10.- Ficha Técnica Taladro de Columna. Autor

				
FICHA TÉCNICA			N: 07	
Taladro de Columna	Máquina	Equipo		
Código	TC-001	X		
CARACTERÍSTICAS GENERALES				
Marca	KTC GROUP	Color		Amarillo
No. Serie	531034	Procedencia		U.S.A.
Modelo	KTC-18FC	Cuenta con manual		No
Ubicación	Área de Matriceria			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN	
Voltaje	110	Dimensiones		
Frecuencia	60 Hz	Largo	0,46 m	
Potencia	0,75 KW	Alto	1,7 m.	
Amperaje	6	Ancho	0,28 m	
Rpm	1760	Peso	72,5 Kg	
<p>Taladrar es la operación de mecanizado que tiene por objeto producir agujeros cilíndricos en una pieza cualquiera, utilizando como herramienta una broca.</p>				

Tabla 3.11.- Ficha Técnica Taladro de Columna. Autor

				
FICHA TÉCNICA			N: 08	
Taladro de Columna	Máquina	Equipo		
Código	TC-002	X		
CARACTERÍSTICAS GENERALES				
Marca	KTC GROUP	Color		Amarillo
No. Serie	536919	Procedencia		U.S.A.
Modelo	KTC-18FC	Cuenta con manual		No
Ubicación	Área de Producción			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN	
Voltaje	110	Dimensiones		
Frecuencia	60 Hz	Largo	0,46 m	
Potencia	0,75 KW	Alto	1,7 m.	
Amperaje	6	Ancho	0,28 m	
Rpm	1760	Peso	72,5 Kg	
<p>Taladrar es la operación de mecanizado que tiene por objeto producir agujeros cilíndricos en una pieza cualquiera, utilizando como herramienta una broca.</p>				

Tabla 3.12.- Ficha Técnica Taladro de Columna. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 09
Taladro de Columna	Máquina	Equipo	
Código	TC-003	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	TONG YUAN	Color	Plomo
No. Serie	94378027	Procedencia	Taiwan
Modelo	BSHW	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Matriceria		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	110	Dimensiones	
Frecuencia	60 Hz	Largo	50 cm
Potencia	0,85 kW	Alto	72 cm
Amperaje	7,8	Ancho	55 cm
Rpm	1750	Peso	
			Taladrar es la operación de mecanizado que tiene por objeto producir agujeros cilíndricos en una pieza cualquiera, utilizando como herramienta una broca.



Tabla 3.13.- Ficha Técnica Compresor. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 10
Compresor	Máquina	Equipo	
Código	CO-001	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	PUMA AIR CENTER	Color	Azul
No. Serie	TX8090071	Procedencia	
Modelo	TE75300V	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Matriceria		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	220	Dimensiones	
Frecuencia	60 Hz	Largo	0,6 m
Potencia	7,5 Hp	Alto	1,85 m
Amperaje	11,7	Ancho	0,85 m
Rpm	1725	Peso	
			Aumentar la presión de una gran variedad de gases y vapores para un gran número de aplicaciones. El compresor de aire, que suministra aire a elevada presión para transporte, pintura a pistola, inflamamiento de neumáticos, limpieza, herramientas neumáticas y perforadoras.



Tabla 3.14.- Ficha Técnica Compresor. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 11
Compresor		Máquina	Equipo
Código	CO-002	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	Rong Long	Color	Azul
No. Serie		Procedencia	U.S.A.
Modelo		Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Acabado		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	110	Dimensiones	
Frecuencia	60 Hz	Largo	95 cm
Potencia	2 Hp	Alto	70 cm
Amperaje	11	Ancho	38 cm
Rpm	1720	Peso	
			Aumentar la presión de una gran variedad de gases y vapores para un gran número de aplicaciones. El compresor de aire, que suministra aire a elevada presión para transporte, pintura a pistola, inflamiento de neumáticos, limpieza, herramientas neumáticas y perforadoras.



Tabla 3.15.- Ficha Técnica Sierra de Cinta. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 12
Sierra De Cinta Portátil		Máquina	Equipo
Código	SC-001	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	Rong Long	Color	Rojo
No. Serie	30040040	Procedencia	U.S.A.
Modelo	RF-150	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Acabado		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	110	Dimensiones	
Frecuencia	60 Hz	Largo	900 mm
Potencia	2000 W	Alto	500 mm
Amperaje	9,5	Ancho	350 mm
Velocidad	30-80(Mt./min)	Peso	59 Kgs
			Realizar cortes en materiales de metalurgia. La tira se desplaza sobre dos ruedas que se encuentran en el mismo plano vertical con un espacio entre ellas. Permiten operar de distintas formas y hacer cortes generalmente en sentido vertical.



Tabla 3.16.- Ficha Técnica Prensa Hidráulica. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 13
Prensa Hidráulica	Máquina	Equipo	
Código	PH-001	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	GUILLEM	Color	Verde
Modelo	2PE40	Procedencia	España
Ubicación	Área de Producción	Cuenta con manual	No
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	220	Potencia	3 CV
Frecuencia	60 Hz	Dimensiones	
Carrera	11:111 mm	Largo	1,4 m
Golpes/min	100	Alto	2,3 m
Energía	145 kgm	Ancho	1,3 m
Presión	40000 Kg	Peso	2600 kg
Ejercer presión sobre un troquel o matriz para cortar un material			

Tabla 3.17.- Ficha Técnica Prensa Hidráulica. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 14
Prensa Hidráulica	Máquina	Equipo	
Código	PH-002	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Curso	28-54-94-128-150		
Marca	ARISA	Color	Verde
Modelo	AC-150	Procedencia	España
No. Fabricación	2257	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Producción		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	220	Golpes/min	42
Frecuencia	60 Hz	Dimensiones	
Altura de Cierre	340	Largo	1,4 m
Regulación Carro	90	Alto	3,0 m
Mesa I-DxF-A	600x830	Ancho	1,5 m
Carro I-DxF-A	450x450	Peso	4 Ton
Ejercer presión sobre un troquel o matriz para cortar un material.			

Tabla 3.18.- Ficha Técnica Tronzadora de Metal. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 15
Tronzadora De Metal		Máquina	Equipo
Código	TM-001	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	DeWALT	Color	Amarillo
No. Serie	429925	Procedencia	U.S.A.
Modelo	D28700-B3	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Producción		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	110	Dimensiones	
Frecuencia	60 Hz	Largo	470 mm
Potencia	2000 W	Alto	410 mm
Amperaje	15	Ancho	300 mm
Revoluciones	3800	Peso	17 kg
			
<p>Cortar materiales metálicos. Corta por abrasión mediante disco y nos permite realizar cortes rectos y en ángulo sobre perfiles, tubos, varillas, etc.</p>			

Tabla 3.19.- Ficha Técnica Tronzadora de Metal. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 16
Tronzadora De Metal		Máquina	Equipo
Código	TM-002	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	ELECTRO	Color	Tomate
No. Serie	958	Procedencia	ECUADOR
Modelo	YG90L4-2	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Producción		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	220	Dimensiones	
Frecuencia	60 Hz	Largo	1000 mm
Potencia	2,2 KW	Alto	1000 mm
Amperaje	14,69	Ancho	420 mm
Revoluciones	3460	Peso	90 kg
			
<p>Cortar materiales metálicos. Corta por abrasión mediante disco y nos permite realizar cortes rectos y en ángulo sobre perfiles, tubos, varillas, etc.</p>			

Tabla 3.20.- Ficha Técnica Taladro de Columna. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 17
Taladro de Columna	Máquina	Equipo	
Código	TC-004	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	Rong Long	Color	Azul
No. Serie	RLD-19	Procedencia	U.S.A.
Modelo	109375	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Producción		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	110/220	Dimensiones	
Frecuencia	60 Hz	Largo	0,46 m
Potencia	0,55 KW	Alto	1,7 m.
Amperaje	12/6	Ancho	0,28 m
Rpm	1720	Peso	72,5 Kg
 <p>Taladrar es la operación de mecanizado que tiene por objeto producir agujeros cilíndricos en una pieza cualquiera, utilizando como herramienta una broca.</p>			

Tabla 3.21.- Ficha Técnica Soldadora MIG. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 18
Soldadora MIG	Máquina	Equipo	
Código	SM-001	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	KTC	Color	Rojo
No. Serie		Procedencia	USA
Modelo	410-MG	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Soldadura		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	220 V	Dimensiones	
Frecuencia	50/60 Hz	Largo	70 cm
Potencia		Alto	70 cm
Amperaje	250	Ancho	33 cm
Rpm		Peso	60 kg
 <p>Unir dos o más materiales, por medio de una soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible. El arco se produce mediante un electrodo formado por un hilo continuo y las piezas a unir, quedando este protegido de la atmósfera circundante por un gas inerte.</p>			

Tabla 3.22.- Ficha Técnica Soldadora MIG. Autor



			
FICHA TÉCNICA			N: 19
Soldadora MIG	Máquina	Equipo	
Código	SM-002	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	KTC	Color	Rojo
No. Serie		Procedencia	USA
Modelo	410-MG	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Soldadura		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	220 V	Dimensiones	
Frecuencia	50/60 Hz	Largo	70 cm
Potencia		Alto	70 cm
Amperaje	250	Ancho	33 cm
Rpm		Peso	60 kg
			
<p>Unir dos o más materiales, por medio de una soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible. El arco se produce mediante un electrodo formado por un hilo continuo y las piezas a unir, quedando este protegido de la atmósfera circundante por un gas inerte.</p>			

Tabla 3.23.- Ficha Técnica Soldadura Eléctrica. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 20
Soldadora Eléctrica	Máquina	Equipo	
Código	SE-001	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	LINCOLN	Color	Rojo
No. Serie	9422-310	Procedencia	USA
Modelo	AC-225 ARC WELDER	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Soldadura		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	220 V	Dimensiones	
Frecuencia	50/60 Hz	Largo	40 cm
Potencia		Alto	60 cm
Amperaje	40-225	Ancho	70 cm
Rpm		Peso	40 kg
			
<p>Unir dos o más materiales, asegurando la continuidad de la materia. Para realizar este proceso es necesario producir calor a través del paso de una corriente eléctrica que genera un arco entre el electrodo y la pieza.</p>			

Tabla 3.24.- Ficha Técnica Soldadora Eléctrica GMAW. Autor

				FICHA TÉCNICA		N: 21	
Soldadora Eléctrica		Máquina	Equipo				
Código	SE-002	X					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Marca	LINCOLN	Color	Rojo	<p>Unir dos o más materiales, asegurando la continuidad de la materia. Para realizar este proceso es necesario producir calor a través del paso de una corriente eléctrica que genera un arco entre el electrodo y la pieza.</p>			
No. Serie	9422-310	Procedencia	USA				
Modelo	AC-225 ARC WELDER	Cuenta con manual	No				
Ubicación	Área de Soldadura						
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
Voltaje	220 V	Dimensiones					
Frecuencia	50/60 Hz	Largo	40 cm				
Potencia		Alto	60 cm				
Amperaje	40-225	Ancho	70 cm				
Rpm		Peso	40 kg				

Tabla 3.25.- Ficha Técnica Esmeril. Autor

				FICHA TÉCNICA		N: 22	
Esmeril		Máquina	Equipo				
Código	ES-001	X					
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
Marca		Color	Verde	<p>Eliminar el material sobrante de las piezas cortadas.</p>			
No. Serie		Procedencia	Taiwan				
Modelo	CBG-200A	Cuenta con manual	No				
Ubicación	Área de Matriceria						
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
Voltaje	110	Dimensiones					
Frecuencia	60 Hz	Largo	24cm				
Potencia	370 W	Alto	26 cm				
Amperaje	3,4	Ancho	38 cm				
Rpm	1850	Peso	20 kg				

Tabla 3.26.- Ficha Técnica Esmeril. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 23
Esmeril		Máquina	Equipo
Código	ES-002	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	BP	Color	Azul
No. Serie		Procedencia	USA
Modelo	TDS-250	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Producción		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	110/220	Dimensiones	
Frecuencia	60 Hz	Largo	28 cm
Potencia	1Hp	Alto	32 cm
Amperaje	3,4	Ancho	45 cm
Rpm	1750	Peso	20 kg
			Eliminar el material sobrante de las piezas cortadas.



Tabla 3.27.- Ficha Técnica Torno Paralelo. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 24
Torno Paralelo		Máquina	Equipo
Código	TOP-001	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	Universal Lathe	Color	Blanco
No. Serie	J0483	Procedencia	China
Modelo	CDL6241	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Matriceria		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	220 Trifásico	Dimensiones	
Frecuencia	60 Hz	Largo	2,23 m
Potencia	4,5 KW	Alto	2,00 m
Amperaje	15,3	Ancho	1,09 m
Rpm	870/1750	Peso	1893 kg
			Mecanizar, roscar, cortar, agujerear, cilindrar, desbastar y ranurar piezas de forma geométrica.



Tabla 3.28.- Ficha Técnica Fresadora CNC. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 25
Fresadora CNC		Máquina	Equipo
Código	FRCNC-001	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	Bridgeport	Color	Blanco con Azul
No. Serie	3837261, 283177, 3859001	Procedencia	
Modelo	XB430-01 60-842430-89	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Matriceria		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
Voltaje	220	Dimensiones	
Frecuencia	60 Hz	Largo	1,5 m
Potencia	2HP	Alto	2,2 m
Amperaje	3,5	Ancho	1,06 m
Rpm	1430/1730	Peso	2 Ton
			Realizar trabajos de desbaste en superficies planas o perfiles irregulares, pudiendo también utilizarse para tallar engranajes y roscas, taladrar y mandrilar agujeros, ranuras chaveteros y graduar con precisión medidas regularmente espaciadas.



Tabla 3.29.- Ficha Técnica Sierra de Vaivén. Autor


			
FICHA TÉCNICA			N: 26
Sierra de Vaivén		Máquina	Equipo
Código	SIV-001	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	UNIZ	Color	Negro
No. Serie	13472	Procedencia	España
Modelo	14"	Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Producción		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Voltaje	220	Dimensiones	
Frecuencia	50 Hz	Largo	1,4 m
Potencia	1 CV-0,74KW	Alto	1,1 m
Amperaje	5,4/3,1	Ancho	0,7 m
Rpm	1400	Peso	283 Kg
FUNCIÓN			
			
<p>Cortar material duro y macizo, por medio de un arco el cual está en la sierra, este arco va oscilando por medio de un motor.</p>			

Tabla 3.30.- Ficha Técnica Prensa Hidráulica. Autor

			
FICHA TÉCNICA			N: 27
Prensa Hidráulica		Máquina	Equipo
Código	PRH-001	X	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Marca	Sistema de Asientos AMERICAN	Color	Azul
No. Serie		Procedencia	ECUADOR
Modelo		Cuenta con manual	No
Ubicación	Área de Producción		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Voltaje	220	Dimensiones	
Frecuencia	60 Hz	Largo	1,0 m
Potencia	8 CV	Alto	1,9 m
Amperaje	20	Ancho	1,15 m
Rpm	1450	Peso	283 Kg
FUNCIÓN			
			
<p>Doblar tubos</p>			

Características Intrínsecas de las Inyectoras

Tabla 3.31.- Características Inyectora IIP-001. Autor

Inyectora IIP-001	
Características Generales	
No. de serie	288
Largo	4 m
Alto	2 m
Ancho	2 m
Peso	4 T
Capacidad	300 g
Capacidad de Plastificación (PS)	8 g/s
Fuerza de apriete de boquilla	54 KN
Fuerza de cierre máxima	200 KN
Fuerza del Eyector:	17,5 KN
Potencia de Calefacción:	2,4 KW
Volumen del Tanque de Aceite Hidráulico	80L
Presión máxima de inyección	1485 bar
Carrera de apertura del molde	250 mm
Motor	
Modelo	SIEMENS ILAP
Potencia	3HP
Frecuencia	50 Hz
Voltaje	220 V
Amperaje	11.8 A
Motor Hidráulico	
Modelo	SIEMENS ILAP
Potencia:	25HP
Frecuencia	60 Hz
Voltaje	220 V
Amperaje	60 A

Tabla 3.32.- Características Inyectora IIP-002. Autor

Inyectora IIP-002	
Características Generales	
No. de serie	320
Largo	5,4 m
Alto	9 m
Ancho	5,4 m
Peso	6 T
Capacidad	2000 g
Capacidad de Plastificación (PS)	10 g/s
Fuerza de apriete de boquilla	62 KN
Fuerza de cierre máxima	: 220 KN
Fuerza del Eyector:	16,5 KN
Potencia de Calefacción:	2,6 KW
Volumen del Tanque de Aceite Hidráulico	80L
Presión máxima de inyección	1676 bar
Motor Mesa	
Modelo	F11MW/6
Potencia	2,2 KW
Frecuencia	60 Hz
Voltaje	220 V
Amperaje	10:00 a. m.
Motor Hidráulico	
Modelo	SNE 200LGB
Potencia:	30 HP
Frecuencia	60 Hz
Voltaje	220 V
Amperaje	43 A
Motor Enfriamiento	
Modelo	IPS-455
Potencia	1 HP
Frecuencia	60 Hz

3.3.1. Listado de Componentes de la Inyectora IIP-001 y IIP-002

Tabla 3.33.- Componentes Inyectora IIP-002. Autor

Inyectoras IIP-001 Y IIP-002			
	Componente	Cantidad	Características
1	Acople	1	Acero
2	Acoples de selección	2	N/A
3	Actuadores	2	Varios
4	Armado Eléctrico	Varios	N/A
5	Barras Guías	2	Acero
6	Botadores	2	4,5 in 1/32"
7	Bridas de Fijación	4	Acero Inoxidable
8	Buje recto	4	3/4 in
9	Bujes y postes	2	N/A
10	Calentadores	Varios	N/A
11	Canales de inyección	3	1/2 in
12	Cañerías Enfriamiento	6	1 in
13	Cilindro de Inyección	1	NET
14	Cojinete	3	1/2 in
15	Contador de Ciclos	2	N/A
16	Controladores	N/A	N/A
17	Dosificador	1	Varios
18	Electroválvulas	4	Varios
19	Empaques	1	1/2 in
20	Engranés	Varios	Acero nitrurado
21	Estructura	Acero	N/A
22	Filtro de aceite	1	N/A
23	Filtro de Aspiración	1	N/A
24	Husillo	1	Acero aleado
25	Inserto Central	1	Acero Inoxidable D 6 mm
26	Inserto Fechador	1	N/A

Inyectoras IIP-001 Y IIP-002			
	Componente	Cantidad	Características
27	Locks	4	3/4 in
28	Mangas Botadoras	2	Acero H-13
29	Manómetro de alta presión	2	N/A
30	Microprocesador	1	Varios
31	Molde	Aluminio	N/A
32	Motor	2	Varios
33	Perno termal	3	RW
34	Pernos	25	3/32 in
35	Pernos recubiertos	5	3/32 Rc
36	Porta moldes	N/A	N/A
37	Resistencias de Calentamiento	12	NA001 4500 W
38	Rodamiento	2	DJF
39	Servo Motor	2	Varios
40	Sistema de inyección	Varios	N/A
41	Termocuplas	4	TPX 0,5 in
42	Termopares	4	Varios
43	Toberas	1	Acero aleado
44	Tolvas de alimentación	Acero	N/A
45	Tubo de calor	2	1/2 in
46	Unidad de lubricación	1	Varios
47	Válvula de Alivio	1	Varios
48	Válvula de Inicio	4	N/A
49	Válvula reguladora	1	Varios
50	Válvulas Check	3	Varios
51	Válvulas direccionales	2	Varios
52	Cableado	N/A	Varios
53	Tornillos	25	DIN 912 M6 X25
54	Tuercas	25	DIN 912

Inyectoras IIP-001 Y IIP-002			
Componente		Cantidad	Características
55	Arandelas de presión	25	DIN 912
56	Tapón de Vaciado	1	ALLEN 1/2 in
57	Varilla de nivel	1	120-34-7
58	Placas protectoras	4	Acero

3.3.2. Componentes y función respectiva

Tabla 3.34.- Componentes Inyectora IIP-001 e IIP-002. Autor

Inyectoras IIP-001 y IIP-002 componente y función		
	Componente	Función
1	Acople	Unir y mantener el movimiento del motor hacia los demás elementos
2	Acoples de selección	Mantener el conjunto armado molde-porta molde
3	Actuadores	Permitir la apertura y cerrado del molde
4	Armado Eléctrico	Permitir el funcionamiento de la maquina
5	Barras Guías	Permitir el movimiento del molde respecto al eje y
6	Botadores	Impulsar la pieza de plástico al terminar la inyección
7	Bridas de Fijación	Alinear los moldes antes de la inyección
8	Buje recto	Reducir fricción en los pernos guía
9	Bujes y postes	Sostener el cilindro metálico
10	Calentadores	Incrementar la temperatura y producir una semi fusión
11	Canales de inyección	Transportar el plástico
12	Cañerías Enfriamiento	Transmitir el fluido
13	Cilindro de Inyección	Permitir la inserción del material
14	Cojinete	Transmitir la rotación del eje
15	Contador de Ciclos	controlar la apertura y cierre del molde

Inectoras IIP-001 y IIP-002 componente y función		
Componente		Función
16	Controladores	Establecer y permitir la introducción de comandos de trabajo
17	Dosificador	Permitir el paso de una cantidad adecuada y previamente set up de material
18	Electroválvulas	Controlar el desempeño del molde
19	Empaques	Sellar el conjunto motor- cilindro
20	Engranés	Transmitir el movimiento del conjunto armado
21	Estructura	Alojar y mantener los componentes
22	Filtro de aceite	Tamizar las impurezas existentes en el aceite
23	Filtro de Aspiración	Proteger la bomba de la cavitación
24	Husillo	Transportar el material de trabajo
25	Inserto Central	Imprimir identificadores del producto
26	Inserto Fechador	Imprimir identificadores del producto
27	Locks	Alinear el molde
28	Mangas Botadoras	Expulsar la pieza
29	Manómetro de alta presión	Medir la presión del trabajo
30	Microprocesador	Transmitir las señales a manera de impulsos eléctricos
31	Molde	Delimitar la geometría trabajo
32	Motor	Accionar el movimiento inicio del trabajo
33	Perno termal	Transferir calor a alta velocidad
34	Pernos	Evitar la rotación del botador
35	Pernos recubiertos	Reducir fricción y desgaste
36	Porta moldes	Alojar el molde en la posición requerida
37	Resistencias de Calentamiento	Mantener la capacidad calorífica
38	Rodamiento	Permitir la rotación
39	Servo Motor	Transformar el movimiento del motor en un modo a pasos
40	Sistema de inyección	Inyectar el producto
41	Termocuplas	Fundir el material polimérico
42	Termopares	Transmitir al microprocesador la temperatura de trabajo
43	Toberas	Permitir la salida del fluido de trabajo hacia el molde

Inyectoras IIP-001 y IIP-002 componente y función		
Componente		Función
44	Tolvas de alimentación	Alojar y mantener la materia prima
45	Tubo de calor	Enfriar el aceite de trabajo
46	Unidad de lubricación	Almacenar el aceite y distribuir el mismo
47	Válvula de Alivio	Regular el paso del refrigerante
48	Válvula de Inicio	Permitir la inserción del suministro de fluido
49	Válvula reguladora	Permitir el paso de agua hacia las bombas de la inyectora
50	Válvulas Check	Verificar presión de trabajo
51	Válvulas direccionales	Permitir el paso o cierre del fluido de refrigeración
52	Cableado	Transmitir la energía eléctrica desde la fuente hacia la máquina
53	Tornillos	Sujetar los componentes al conjunto principal
54	Tuercas	Sujetar los componentes al entrar en contacto con los pernos
55	Arandelas de presión	Permitir el acople y presión necesaria al ajuste
56	Tapón de Vaciado	Purgar el fluido de trabajo
57	Varilla de nivel	Revisar el nivel del fluido
58	Placas protectoras	Proteger los componentes interiores de la máquina

3.4. Matriz AMFE


A medida que un componente o máquina se ve afectado por su trabajo diario es necesario detallar cuales fueron los fallos, tiempos, consecuencias y reemplazos. Pero en ocasiones esto no es posible debido a un mal seguimiento de las actividades dado que las actividades en ocasiones son consideradas despreciables. Debido a este factor en particular es estadístico de maquina perteneciente a la empresa Asientos de American se encuentra incompleto o sus acotaciones no son mayormente basadas en recuerdos de mantenimientos anteriores por lo que es necesario ampliar el campo de análisis y anexar al mismo las características que se muestran en la matriz AMFE. Las dos en conjunto permitirán alcanzar y organizar un plan de mantenimiento basado en requerimientos puntuales. Alcanzado el punto mencionado una ficha completa del estadístico de

máquinas podrá ser formulado, denotando así una disponibilidad. La misma permitirá delimitar en que parte de la curva de la bañera se encuentran las máquinas inyectoras.


Tabla 3.35.- Matiz AMFE Incompleta de la Empresa para las inyectoras IIP-001 e IIP-002. Autor

EQUIPO	CODIGO	FUNCION	FALLA FUNCIONAL		NODO DE FALLA (CAUSA)		CONSECUENCIA		TIPO DE TAREA	TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA	RESPONSABLE	Personas	Materiales	Interno/Externo	
Inyectora de Plástico	IIP-001 IIP-002	1	Sistema Eléctrico/ Electrónico (Entregar energía)	A	No entrega energía	1	Cables flojos	1	Parada de producción	Tarea basada en condición	*Inspección visual estado del cable de alimentación *Reapriete en conexiones eléctricas en conectores, contactores, etc	Trimestral	Operario	1	Waipe Desarmador	Interno
						2	Sobrecalentamiento y ruido en el motor	2	Costos de mantenimiento	Tarea basada en condición	*Pruebas de Funcionamiento *Inspección visual del estado de los rodamientos *Limpieza de ventillas del motor eléctrico	Anual	Jefe de Taller	1	Brocha	Interno


Tabla 3.36.- Matriz AMFE en base a NTP 679 para Inyectoras IIP-001 e IIP-002. Autor

Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002												
Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente	Función	Modo de fallo	Causa del fallo	Efecto de la fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones correctivas	Designado	
1	Acople	Unir y mantener el movimiento del motor hacia los demás elementos	No existe movimiento en los elementos terciarios	Acople agrietado	Ruidos molestos y no característicos al momento de realizar el trabajo	Operacional	4	2	7	56	Revisión auditiva en busca de ruidos no característicos en el molde	Operador
2	Acoples de selección	Mantener el conjunto armado molde- porta molde	Molde no centrado	Molde no es el adecuado	No se produce la inyección o el material a inyectar se derrama	Operacional	3	2	7	42	Revisión auditiva en busca de ruidos no característicos en el motor	Operador
3	Actuadores	Permitir la apertura y cerrado del molde	Actuador bloqueado	Actuador fuera de servicio	Paro imprudente de la máquina	Operacional	8	1	8	64	Inspección visual el conjunto	Operador


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente	Función	Modo del fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Desigando	
4	Armado Eléctrico	Permitir el funcionamiento de la maquina	La máquina no se enciende	Cableado pelado, fisurado o roto	Paro en las actividades de trabajo	Seguridad y/o Operacional	8	3	7	168	Inspección visual del conjunto	Operador
5	Barras Guías	Permitir el movimiento del molde respecto al eje y	No se evidencia el movimiento respecto al eje "y"	Barras dobladas o inclinadas	En especial para las inyectoras de pedestal, el trabajo se reduce al mínimo	Operacional	5	3	9	135	Inspección visual metódica del conjunto	Operador
6	Botadores	Impulsar la pieza de plástico al terminar la inyección	No se produce el ingreso del siguiente molde	Botador inactivo	Trabajo de la empresa reducido al 10%	Operacional	7	2	3	42	Inspección visual metódica del conjunto	Operador
7	Bridas de Fijación	Alinear los moldes antes de la inyección	El material de inyección se derrama	Bridas de fijación mal alineadas	El tiempo de trabajo se incrementa considerablemente	Operacional	4	4	7	112	Revisión auditiva en busca de ruidos no característicos en las bridas	Operador


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:	Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020					
Empresa				Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021					
Componente	Función	Modo del fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Designado	
8	Buje recto	Reducir fricción en los pernos guía	Pernos generan ruido no característico	Pernos guía doblados, rotos	Generación de contaminación auditiva	Operacional	6	3	6	108	Revisión auditiva en busca de ruidos no característicos	Operador
9	Bujes y postes	Sostener el cilindro metálico	Mala compresión del material de inyección	Cilindro metálico se balancea	Se evidencia ruidos no característicos	Operacional	3	3	6	54	Revisión auditiva en busca de ruidos no característicos en el molde	Operador
10	Calentadores	Incrementar la temperatura y producir una semi fusión	Material de inyección pegado al extrusor	Calentadores en mal estado	Aglomeración de material en el interior del molde, impidiendo un acabado superficial idóneo	Operacional	2	2	9	36	Inspección visual metódica del conjunto	Personal de mantenimiento


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente	Función	Modo del fallo	Causa el fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Designado	
11	Canales de inyección	Transportar el plástico	Canales de inyección obstruido	Existen partículas en el interior de los canales de inyección	El tiempo de inyección se incrementa considerablemente	Operacional	5	6	8	240	Inspecciones visuales y de tacto de los canales de inyección en busca de fugas, dobleces o hendiduras	Operador
12	Cañerías Enfriamiento	Transmitir el fluido	Disminución de la cantidad de refrigerante	Cañerías con perforaciones y elevada temperatura de componentes	Incremento desmesurado en la temperatura de la máquina	Operacional	5	6	8	240	Inspecciones visuales y de tacto de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, dobleces o hendiduras	Operador
13	Cilindro de Inyección	Permitir la inserción del material	Material aglomerado	Cilindro de inyección trabado	Cese de las actividades de la empresa	Operacional	8	2	9	144	Inspección visual del conjunto	Operador

Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente	Función	Modo del fallo	Causa del Fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Designado	
14	Cojinete	Transmitir la rotación del eje	Ruidos excesivos en la máquina	Cojinete desgastado	Contaminación auditiva en la empresa	Operacional	3	2	3	18	Revisión auditiva en busca de ruidos no característicos	Operador
15	Contador de Ciclos	Controlar la apertura y cierre del molde	Tiempos de apertura y cierre no controlados generando mala inyección de material	Contador de ciclos averiado o mal calibrado	Molde de inyección se abre y cierra sin previo aviso	Operacional	4	4	6	96	revisión de voltaje siendo este el 8% del voltaje de uso	Operador
16	Controladores	Establecer y permitir la introducción de comandos de trabajo	Trabajo final con porosidad y/o grietas	Contador averiado	Trabajo final no acorde a las características deseadas	Operacional	7	2	8	112	revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso	Operador


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente	Función	Modo del fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Designado	
17	Dosificador	Permitir el paso de una cantidad adecuada y previamente set up de material	Aglomeración de material en la entrada del sistema	Dosificador mal calibrado	Consumo excesivo de materia prima	Operacional	4	2	7	56	Revisar el calibrado del dosificador mediante tacto e inspección visual	Operador
18	Electroválvulas	Controlar el desempeño del molde	Se producen un sobrellenado del molde	Electroválvula averiada	Producto final no característico	Operacional	7	6	5	210	Desmontaje y revisión del amperaje 10 A	Personal de mantenimiento
19	Empaques	Sellar el conjunto motor- cilindro	Se evidencian fugas	Empaque roto	Desperdicio de líquidos	Operacional	4	3	3	36	Cambio de empaques	Personal de mantenimiento
20	Engranés	Transmitir el movimiento del conjunto armado	Se presentar ruidos extraños en la máquina	Engranés desgastados	Deterioro gradual de la inyectora	Operacional	3	3	2	18	Inspección auditiva, reemplazo de componentes	Personal de mantenimiento


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente	Función	Modo del Fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Desigando	
21	Estructura	Alojar y mantener los componentes	Se evidencias componentes en lugares no adecuados	Estructura en mal estado	Deterioro gradual de la inyectora	Operacional	5	1	9	45	Inspección visual del conjunto	Operador
22	Filtro de aceite	Tamizar las impurezas existentes en el aceite	Se evidencian impurezas en el lubricante	Filtro de aceite no cambiado	Deterioro gradual de la inyectora	Operacional	2	6	7	84	Reemplazo del filtro de aceite	Operador
23	Filtro de Aspiración	Proteger la bomba de la cavitación	Bomba se daña con mayor frecuencia	Filtro de aspiración no reemplazado	Deterioro gradual de la inyectora	Operacional	2	6	6	72	Reemplazo del filtro de aire	Operador


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente	Función	Modo del fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Designado	
24	Husillo	Transportar el material de trabajo	No se evidencia el transporte de materia para inyección	Husillo trabajo	Paro en las actividades de trabajo	Operacional	3	2	7	42	Inspección mediante el tacto a la par de visual del husillo. revisión del deterioro en el ajuste de los tornillos que fijan el anillo dividido	Operador
25	Inserto Central	Imprimir identificadores del producto	Se imposibilita el acabado final numérico	Inserto central averiado	Acabado del producto final no impreso	Operacional	7	5	2	70	Reemplazo de Inserto	Operador
26	Inserto Fechador	Imprimir identificadores del producto										
27	Locks	Alinear el molde	Desalineación del molde de trabajo	Lock trabajo	Producto final no característico	Operacional	7	5	8	280	Inspección manual del Lock	Personal de mantenimiento


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente	Función	Modo del fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Designado	
28	Mangas Botadoras	Expulsar la pieza	Molde se queda en su lugar al terminar el proceso	Mangas botadoras bloqueadas	Incremento en el tiempo de inyección	Operacional	6	4	6	144	Inspección manual de las mangas botadoras	Operador
29	Manómetro de alta presión	Medir la presión del trabajo	Mala circulación del producto a inyectar	Manómetro averiado	Moldeado no uniforme o no acorde a características establecidas	Operacional	6	2	8	96	Inspección manual por medio del desmontaje del manómetro en busca de daños interiores	Personal de mantenimiento
30	Microprocesador	Transmitir las señales a manera de impulsos eléctricos	Máquina no se desempeña o ni se inmuta	Microprocesador averiado	Paro en las actividades de trabajo	Operacional	3	2	8	48	Revisión de amperaje 9 A	Personal de mantenimiento


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente	Función	Modo del fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Designado	
31	Molde	Delimitar la geometría trabajo	Producto no geoméricamente delimitado	Molde no es el adecuado	Fallo desmesurado en el producto final	Operacional	8	2	7	112	Inspección manual, visual del molde	Operador
32	Motor	Accionar el movimiento inicio del trabajo	Bobinado quemado	Motor quemado o trabado	Máquina en standby	Operacional	9	4	8	288	Inspección auditiva del motor	Operador
33	Perno termal	Transferir calor a alta velocidad	Calor no regulado hacia el molde	Perno termal roto	Fallo desmesurado en el producto final	Operacional	7	2	6	84	revisión visual de los calefactores	Operador
34	Pernos	Evitar la rotación del botador	Botador de la máquina se acciona bajo ningún control	Pernos inexistentes	Ruidos molestos	Seguridad y/o Operacional	4	2	5	40	revisión del par de ajuste de tornillos	Operador
35	Pernos recubiertos	Reducir fricción y desgaste	Se evidencia partículas metálicas	Desgaste en los pernos	Degradación no moderada de la máquina	Operacional	4	3	5	60	Revisión del estado general de los pernos por medio del desmontaje	Operador


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente		Función	Modo del fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Designado
36	Porta moldes	Alojar el molde en la posición requerida	Se evidencia material de inyección fuera del molde	Porta moldes roto	Desperdicio de material de inyección	Operacional	4	3	4	48	Inspección visual del porta moldes	Operador
37	Resistencias de Calentamiento	Mantener la capacidad calorífica	Materia prima de inyección no fluye adecuadamente	Resistencias averiadas	Mala fluidez de material de inyección	Operacional	2	6	7	84	Revisión visual de bandas calefactoras	Operador
38	Rodamiento	Permitir la rotación	Ruidos excesivos en la máquina	Rodamiento desgastado	Deterioro gradual de la inyectora	Operacional	1	2	5	10	Inspección auditiva en busca de ruidos no característico y vibraciones	Operador
39	Servo Motor	Transformar el movimiento del motor en un modo a pasos	La inyección del material no es gradual	Servo motor averiado	Producto final no característico	Operacional	7	4	6	168	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje	Operador


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente	Función	Modo del fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Designado	
40	Sistema de inyección	Inyectar el producto	No se evidencia el llenado del molde	Orificios de entrada tapados	Incremento en el tiempo de inyección	Operacional	5	3	3	45	Revisar la proporción agua y/o aceite que esto puede generar fallas en el producto	Operador
41	Termocuplas	Fundir el material polimérico en base a una leve orden que provoca un efecto denominado como Seeback	Material no presenta cambio de estado	Termocupla quemada	Paro del proceso productivo	Operacional	8	6	6	288	Inspección manual por medio del desmontaje y reemplazo	Personal de mantenimiento


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente	Función	Modo del fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Designado	
42	Toberas	Permitir la salida del fluido de trabajo hacia el molde	El material de inyección no se traslada	Toberas obstruidas	Incremento del tiempo de inyección	Operacional	3	6	4	72	Inspección manual y limpieza por medio del desmontaje e inserción de limpiadores (solo si es posible)	Operador
43	Tolvas de alimentación	Alojar y mantener la materia prima	Materia prima se derrama	Tolva mal colocada	Desperdicio de materia prima	Operacional	1	3	8	24	Inspección manual y visual de las toberas	Operador
44	Tubo de calor	Enfriar el aceite de trabajo	Degradación y sobrecalentamiento de la máquina	Fugas de etilenglicol	Incremento en la temperatura de trabajo de la máquina	Operacional	3	5	4	60	Desmontaje y revisión superficial del componente (no se recomienda reparar)	Personal de mantenimiento


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente		Función	Modo del fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Designado
45	Unidad de lubricación	Almacenar el aceite y distribuir el mismo	Ruidos excesivos en la máquina	Fugas del lubricante	Incremento de la temperatura	Operacional	3	4	5	60	revisión del nivel de lubricante. Drenado del lubricante obsoleto	Operador
46	Válvula de Alivio	Regular el paso del refrigerante	Disminución excesiva del refrigerante	Válvula averiada	Deterioro gradual de la inyectora	Operacional	7	6	4	168	revisión por medio del desmontaje	Operador
47	Válvula de Inicio	Permitir la inserción del suministro de fluido	Se evidencia un incremento no gradual de temperatura	Válvula averiada	Deterioro gradual de la inyectora	Operacional	7	7	4	196	revisión por medio del desmontaje	Personal de mantenimiento
48	Válvula reguladora	Permitir el paso de agua hacia las bombas de la inyectora	Incremento desmesurado de la temperatura en las bombas	Válvula averiada	Incremento de la temperatura en la bomba	Operacional	7	5	4	140	revisión por medio del desmontaje	Personal de mantenimiento


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002

Autor:		Christian Chicaiza				Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020			
Empresa						Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021			
Componente	Función	Modo del fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Designado	
49	Válvulas Check	Verificar presión de trabajo	Presión de trabajo no se muestra acorde a características	Válvula averiada	Deterioro gradual de la inyectora	Operacional	7	8	4	224	revisión por medio del desmontaje	Personal de mantenimiento
50	Válvulas direccionales	Permitir el paso o cierre del fluido de refrigeración	Fluido de refrigeración no desempeña su función acorde a requerimientos	Válvula averiada	Incremento de la temperatura en la bomba	Operacional	7	8	4	224	revisión por medio del desmontaje	Personal de mantenimiento
51	Cableado	Transmitir la energía eléctrica desde la fuente hacia la maquina	Máquina no se desempeña alguna acción en específico	Cableado pelado, fisurado o roto	Paro en las actividades de trabajo	Seguridad y/o Operacional	4	7	6	168	Inspección manual, visual. Reemplazo del cableado	Operador
52	Tornillos	Sujetar los componentes al conjunto principal	Movimientos y sonidos no característicos	Pérdida de tornillos	Deterioro gradual de la inyectora	Seguridad y/o Operacional	5	4	7	140	Inspección manual, visual y reemplazo	Operador

Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002


Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente	Función	Modo del fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Designado	
53	Puertas Longitudinales	Proteger los componentes existentes en la cabina	Puertas longitudinales caídas	Pernos flojos o extraviados	Ruidos molestos y daños hacia los operarios	Seguridad y/o Operacional	7	3	2	42	Inspección de las bisagras de la puerta	Operador
54	Tuercas	Sujetar los componentes al entrar en contacto con los pernos	Componentes no sujetos al cuerpo principal	Pérdida de tuercas	Deterioro gradual de la inyectora	Seguridad y/o Operacional	5	4	6	120	Inspección manual, visual y reemplazo	Operador
55	Arandelas de presión	Permitir el acople y presión necesaria al ajuste	Componentes como tuercas y pernos no se acoplan	Pérdida de arandelas	Deterioro desmesurado de la inyectora	Seguridad y/o Operacional	5	4	6	120	Inspección manual, visual y reemplazo	Operador
56	Tapón de Vaciado	Purgar el fluido de trabajo	Disminución no gradual del aceite de lubricación	Tapón extraviado	Se evidencia ruidos no característicos	Operacional	2	3	7	42	Reemplazo del componente	Operador


Análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) Inyectoras IIP-001 y IIP-002


Autor:		Christian Chicaiza			Código: IIP-001 y IIP-002			Fecha Rea. 24/12/2020				
Empresa					Plan de Mantenimiento			Fecha Rev. 06/05/2021				
Componente	Función	Modo del fallo	Causa del fallo	Efecto del fallo	Consecuencia	G	F	D	NPR	Acciones Correctivas	Desigando	
57	Barrilla de nivel	Revisar el nivel del fluido	No se evidencia la cantidad exacta del nivel de fluido	Barrilla de nivel rota	Deterioro desmesurado de la inyectora	Operacional	2	6	5	60	Reemplazo del componente	Operador
58	Placas protectoras	Proteger los componentes interiores de la maquina	Componentes expuestos de la máquina	Placas protectoras extraviadas o rotas	Posibilita el daño hacia el personal	Seguridad y/o Operacional	8	3	8	192	Inspección visual, manual y reemplazo	Operador

3.5. Matriz Criticidad

Tabla 3.37.- Matriz Criticidad IIP-001 e IIP-002. Autor

Matriz Criticidad									
Máquina	Inyectora Industrial			Entidad					
Código	IIP-001 e IIP-002								
Fecha de Revisión	06/05/2021								
Fecha de Elaboración	02/01/2021								
Componentes	CONSECUENCIAS								
	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos MMT	Impacto SAH	Total	Frecuencia de Fallas	Criticidad	Jerarquización	
1	Acople	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
2	Acoples de selección	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
3	Actuadores	10	1	2	1	13	1	13	CRITICO
4	Armado Eléctrico	10	1	1	1	12	1	12	CRITICO
5	Barras Guías	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
6	Botadores	2	1	1	1	4	2	8	SEMI CRITICO
7	Bridas de Fijación	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
8	Buje recto	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
9	Bujes y postes	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
10	Calentadores	2	1	1	2	5	2	10	CRITICO
11	Canales de inyección	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
12	Cañerías Enfriamiento	2	1	1	1	4	2	8	SEMI CRITICO
13	Cilindro de Inyección	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
14	Cojinete	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO


Matriz Criticidad									
Máquina	Inyectora Industrial		Entidad						
Código	IIP-001 e IIP-002								
Fecha de Revisión	06/05/2021								
Fecha de Elaboración	02/01/2021								
Componentes	CONSECUENCIAS								
	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos MMT	Impacto SAH	Total	Frecuencia de Fallas	Criticidad	Jerarquización	
15	Contador de Ciclos	10	1	2	1	13	1	13	CRITICO
16	Controladores	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
17	Dosificador	2	1	1	2	5	1	5	NO CRITICO
18	Electroválvulas	10	1	1	1	12	1	12	CRITICO
19	Empaques	4	1	1	1	6	1	6	NO CRITICO
20	Engranajes	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
21	Estructura	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
22	Filtro de aceite	4	1	1	4	9	1	9	CRITICO
23	Filtro de Aspiración	4	1	1	1	6	1	6	NO CRITICO
24	Husillo	10	1	2	1	13	1	13	CRITICO
25	Inserto Central	4	1	1	1	6	1	6	NO CRITICO
26	Inserto Fechador	4	1	1	1	6	1	6	NO CRITICO
27	Locks	4	2	2	1	11	1	11	CRITICO
28	Mangas Botadoras	4	1	1	1	6	1	6	NO CRITICO
29	Manómetro de alta presión	10	1	2	1	13	1	13	CRITICO
30	Microprocesador	10	1	2	4	16	1	16	CRITICO
31	Molde	10	1	1	1	12	4	48	CRITICO

Matriz Criticidad									
Máquina	Inyectora Industrial		Entidad						
Código	IIP-001 e IIP-002								
Fecha de Revisión	06/05/2021								
Fecha de Elaboración	02/01/2021								
Componentes	CONSECUENCIAS								
	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos MMT	Impacto SAH	Total	Frecuencia de Fallas	Criticidad	Jerarquización	
32	Motor	10	1	2	1	13	1	13	CRITICO
33	Perno termal	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
34	Pernos	2	1	1	1	4	3	12	CRITICO
35	Pernos recubiertos	2	1	1	1	4	2	8	SEMI CRITICO
36	Porta moldes	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
37	Resistencias de Calentamiento	10	1	1	1	12	2	24	CRITICO
38	Rodamiento	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
39	Servo Motor	2	2	1	1	6	1	6	NO CRITICO
40	Sistema de inyección	10	1	1	1	12	1	12	CRITICO
41	Termocuplas	10	1	1	6	17	1	17	CRITICO
42	Toberas	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
43	Tolvas de alimentación	1	1	1	1	3	2	6	NO CRITICO
44	Tubo de calor	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
45	Unidad de lubricación	1	1	2	1	4	1	4	NO CRITICO
46	Válvula de Alivio	2	1	1	1	4	2	8	SEMI CRITICO
47	Válvula de Inicio	2	1	1	1	4	2	8	SEMI CRITICO
48	Válvula reguladora	2	1	1	1	4	2	8	SEMI CRITICO

Matriz Criticidad									
Máquina		Inyectora Industrial		Entidad					
Código		IIP-001 e IIP-002							
Fecha de Revisión		06/05/2021							
Fecha de Elaboración		02/01/2021							
Componentes	CONSECUENCIAS								
	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos MMT	Impacto SAH	Total	Frecuencia de Fallas	Criticidad	Jerarquización	
49	Válvulas Check	2	1	1	1	4	2	8	SEMI CRITICO
50	Válvulas direccionales	2	1	1	1	4	2	8	SEMI CRITICO
51	Cableado	10	1	1	6	17	1	17	CRITICO
52	Tornillos	2	1	1	1	4	2	8	SEMI CRITICO
53	Tuercas	2	1	1	1	4	2	8	SEMI CRITICO
54	Arandelas de presión	2	1	1	1	4	2	8	SEMI CRITICO
55	Tapón de Vaciado	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
56	Barrilla de nivel	1	1	1	1	3	1	3	NO CRITICO
57	Placas protectoras	2	1	1	1	4	1	4	NO CRITICO
58	Puertas Longitudinales	4	1	1	1	6	1	6	NO CRITICO

3.6. Estadístico de Máquinas

Una vez establecidas las matrices de Fallo y Criticidad. Estas serán fusionadas con un objetivo común. El cual es determinar componentes de mayor ponderación o críticos, los mismos serán parte de estadístico de máquinas. Cabe recalcar que en la empresa asientos de American los cambios, mantenimientos anteriores y acciones correctivas no fueron archivados en ningún momento. Este trabajo estará enfocado en el tiempo 2021 hacia el 2022 dividido en meses de trabajo. Así, el tiempo de operación para la IIP-001 será 5 horas al día por 30 días mensuales. Para la IIP-002 los tiempos son de 6 horas al día por 30 días. Por consiguiente, los (TO) serán de 150 y 180 horas respectivamente debido a esto se realizará un tiempo promedio de trabajo. Con respecto al (TR) los tiempos serán otorgados mediante análisis de mantenimientos a máquinas similares. Por otro parte el (TM) será igual al 30 % del tiempo de reparación debido a sus años de servicio.

	DATOS DEL EQUIPO	
	No. de máquina	IIP - 001
	Nom. máquina	Inyectora de Plástico
	Marca	VIHORLAT SNINA n.p.
	Modelo	CS 321/160
	No. de serie	288
	Capacidad	300 gr
	Localización	Area de Inyección
	Fecha de elabora.	03 de octubre del 2016
	Responsable	

CUADRO DE CONTROL DE CAMBIOS			
Num. d cambio	Fecha del cambio	Razón del cambio	Cambio
1	5/10/2016	Fuja de plástico	Cambio de boquilla de inyección plástica.
Observaciones: Con el cambio de boquilla la máquina funcionacorrectamente.			

Figura 3.12.- Cuadro de control de cambios

Tabla 3.38.- Estadístico de máquinas IIP-001. Autor

Estadístico de Máquinas IIP-001											
2021-2021	Acciones	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	Dis. (%)
Enero	Limpieza general de la máquina	5/1/2021	120	3	0,9	3,9	63,6667	0,016	3,1667	0,3158	95,26%
	Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados	12/1/2021	1	2,5	0,75	3,25					
	Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías	19/1/2021	70	4	1,2	5,2					

Estadístico de Máquinas IIP-001											
2021-2021	Acciones	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	Dis. (%)
Febrero	Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras	2/2/2021	90	2,5	0,75	3,25	87,5000	0,0114	2,2500	0,4444	97,49%
	Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras	9/2/2021	70	3	0,9	3,9					
	Inspección visual del cilindro Hidráulico	16/2/2021	90	1,5	0,45	1,95					
	Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla	23/2/2021	100	2	0,6	2,6					

Estadístico de Máquinas IIP-001											
2021-2021	Acciones	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTRR (h)	μ	Dis. (%)
Marzo	Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico	11/3/2021	90	1	0,3	1,3	85,0000	0,0118	6,5000	0,1538	92,90%
	Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas	25/3/2021	80	12	3,6	15,6					
Abril	Inspección manual del Lock por medio del desmontaje	8/4/2021	60	4	1,2	5,2	83,7500	0,0119	3,1250	0,3200	96,40%
	Inspección manual de las mangas botadoras debido a retraso en la producción	15/4/2021	60	5,5	1,65	7,15					
	Inspección auditiva del motor debido a ruidos no característicos	22/4/2021	95	0,5	0,15	0,65					
	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje	29/4/2021	120	2,5	0,75	3,25					

Estadístico de Máquinas IIP-001											
2021-2021	Acciones	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	Dis. (%)
Mayo	Reemplazo de boquillas de inyección	25/5/2021	150	3,5	1,05	4,55	120,0000	0,0083	3,7500	0,2667	96,97%
	Inspección manual por medio del desmontaje y reemplazo de termocuplas	5/5/2021	90	4	1,2	5,2					
Junio	Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio	1/6/2021	120	3	0,9	3,9	106,6667	0,0094	2,3333	0,4286	97,86%
	Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio	15/6/2021	150	2	0,6	2,6					
	Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora	29/6/2021	50	2	0,6	2,6					

Estadístico de Máquinas IIP-001											
2021-2021	Acciones	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	Dis. (%)
Julio	Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales	1/7/2021	150	2,5	0,75	3,25	72,5000	0,0138	2,1250	0,4706	47,06%
	Inspección manual, visual del cableado de la fuente	15/7/2021	70	0,5	0,15	0,65					
	Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje	22/7/2021	40	2,5	0,75	3,25					
	Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras	29/7/2021	30	3	0,9	3,9					

Estadístico de Máquinas IIP-001											
2021-2021	Acciones	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	Dis. (%)
Agosto	Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras	12/8/2021	100	1,5	0,45	1,95	85,0000	0,0118	2,0000	0,5000	97,70%
	Inspección manual, visual y reemplazo de empaques en la bomba de aceite	26/8/2021	70	2,5	0,75	3,25					
Septiembre	Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras	7/9/2021	120	2	0,6	2,6	133,3333	0,0075	5,5000	0,1818	96,04%
	Alienación de boquillas	14/9/2021	130	2,5	0,75	3,25					
	Inspección manual de las mangas botadoras debido a retraso en la producción	21/9/2021	150	1	0,3	1,3					

Estadístico de Máquinas IIP-001											
2021-2021	Acciones	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTRR (h)	μ	Dis. (%)
Octubre	Desmontaje del motor debido a ruidos no característicos	5/10/2021	90	3,5	1,05	4,55	105,0000	0,0095	1,7500	0,5714	98,36%
	Limpieza general de la máquina	12/10/2021	120	2,5	0,75	3,25					
Noviembre	Reemplazo de empaques	3/2/2021	140	5	1,5	6,5	115,0000	0,0087	3,1667	0,3158	97,32%
	Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante)	25/11/2021	135	3	0,9	3,9					
	Cambio de topes de carrera	11/11/2021	70	1,5	0,45	1,95					
Diciembre	Reemplazo del cableado adyacente a la fuente	23/12/2021	70	3	0,9	3,9	70,0000	0,0143	3,0000	0,3333	95,89%
	Engrase de la Guías	9/12/2021	80	2	0,6	2,6					
	Inspección de porta moldes debido a retraso en inyección	16/12/2021	60	4	1,2	5,2					

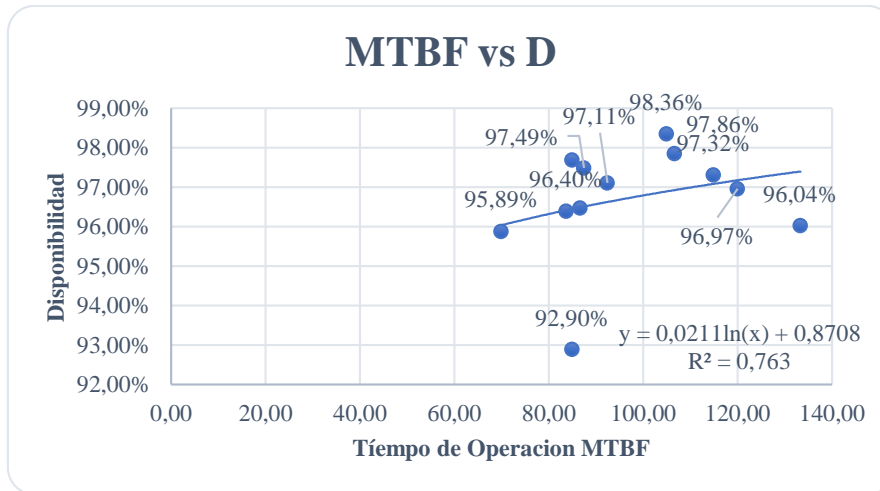


Figura 3.13.- Gráfica MTBF vs D de inyectora IIP-001. Autor

En la figura 3.13 que se mostró con anterioridad se puede evidenciar claramente que el valor mayor para la disponibilidad se da cuando el tiempo de operación es igual a 105 horas en promedio mostrando un valor para la disponibilidad igual a 98,36 % para el mes de octubre. Este mes en particular contó con 2 actividades específicas concernientes al motor y limpieza general de la máquina. Cabe recalcar que estas actividades fueron establecidas en base a actividades organizadas mediante criticidad y AMFE. Esto nos permitió determinar que la máquina se encuentra en su periodo de máxima utilidad de la curva de la bañera.

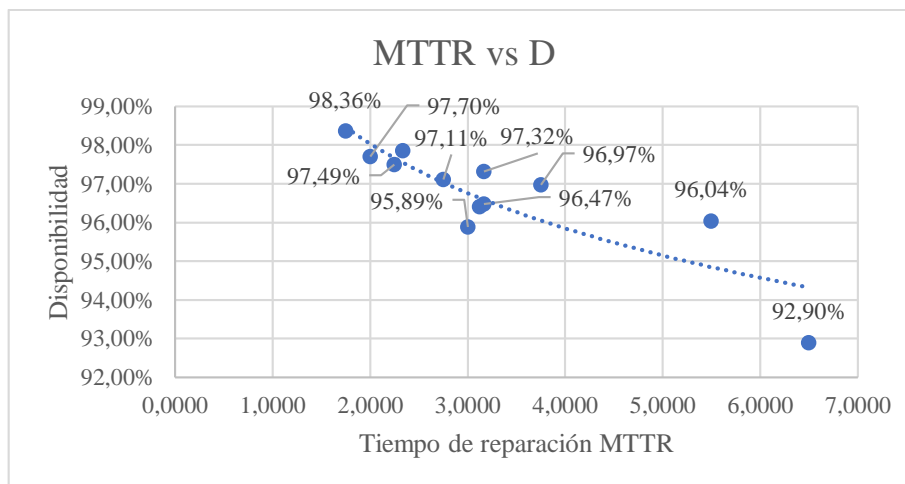


Figura 3.14.- Gráfica MTTR vs D de inyectora IIP-001. Autor

En la figura 3.14 se puede evidenciar que para la misma disponibilidad de la inyectora IPP-001 siendo este de 98,36% para un tiempo promedio de 1,75 horas en reparaciones. Estos valores obtenidos pueden ser verificados mediante el valor de r cuadrado. Este no se acerca a la unidad, pero es despreciable dado que los valores de correlación en algún punto son colocados mediante apreciación y no por la toma metódica de valores.

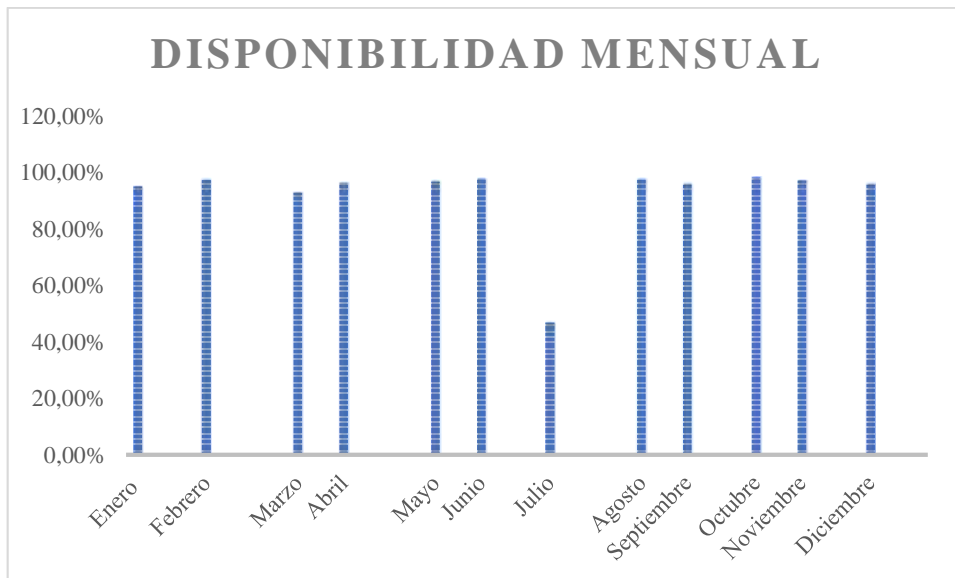


Figura 3.15.- Resumen mensual de Disponibilidad de inyectora IIP-001. Autor

Como se puede evidenciar en la figura anterior el porcentaje de menor disponibilidad se encuentra para el mes de junio con un valor de 47,06%. Este valor en particular nos permite determinar o estructural un plan de acción para evitar que nuestra producción o trabajo intrínseco se vea afectado durante este periodo.

3.6.1. Fiabilidad e Infiabilidad Inyectora IIP-001

Tabla 3.39.- Fiabilidad e Infiabilidad de inyectora IIP-001. Autor

INYECTORA IIP-001				
MES	To(h)	λ Constante	Fiabilidad	Infiabilidad
Enero	120	0,016	14,66%	85,34%
	1		98,41%	1,59%
	70		32,63%	67,37%
Febrero	90	0,0114	35,84%	64,16%
	70		45,02%	54,98%
	90		35,84%	64,16%
	100		31,98%	68,02%
Marzo	90	0,0118	34,58%	65,42%
	80		38,91%	61,09%
Abril	60	0,0119	48,97%	51,03%
	60		48,97%	51,03%
	95		32,29%	67,71%
	120		23,98%	76,02%
Mayo	150	0,0083	28,79%	71,21%
	90		47,38%	52,62%

INYECTORA IIP-001				
MES	To(h)	λ Constante	Fiabilidad	Infiabilidad
Junio	120	0,0094	32,37%	67,63%
	150		24,41%	75,59%
	50		62,50%	37,50%
Julio	150	0,0138	12,62%	87,38%
	70		38,06%	61,94%
	40		57,58%	42,42%
	30		66,10%	33,90%
Agosto	100	0,0118	30,73%	69,27%
	70		43,78%	56,22%
Septiembre	120	0,0075	40,66%	59,34%
	130		37,72%	62,28%
	150		32,47%	67,53%
Octubre	90	0,0095	42,53%	57,47%
	120		31,98%	68,02%
Noviembre	140	0,0087	29,58%	70,42%
	135		30,90%	69,10%
	70		54,39%	45,61%
Diciembre	70	0,0143	36,75%	63,25%
	80		31,85%	68,15%
	60		42,40%	57,60%

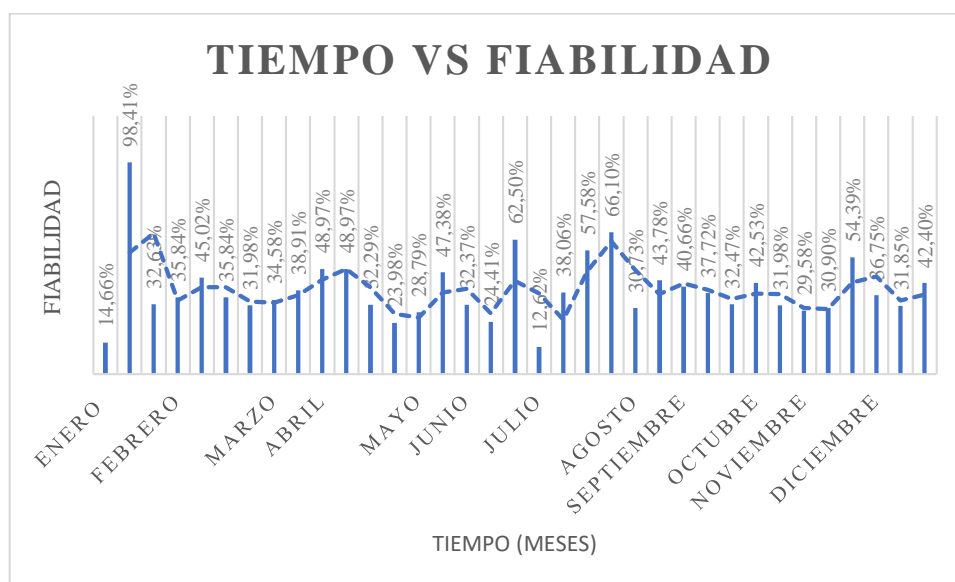


Figura 3.16.- Resumen mensual de Fiabilidad de inyectora IIP-001. Autor

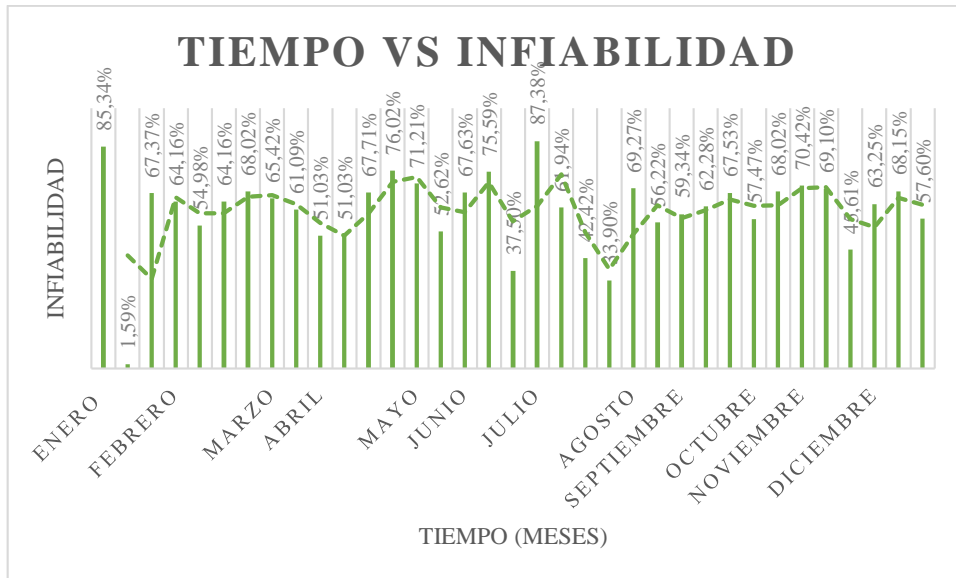


Figura 3.17.- Resumen mensual de Infiabilidad de inyectora IIP-001. Autor

En las figuras 15 y 16 se expresa que los puntos de inflexión para fiabilidad e Infiabilidad se muestran para el mes de enero con 98,41% y 85,34% respectivamente. Permittiéndonos establecer cuáles son los meses en lo que se debe realizar las acciones correctivas más acertadas para evitar interrupciones en la realización de actividades diarias de la empresa.

Tabla 3.40.- Estadístico de inyectora IIP-002. Autor

Estadístico de Máquinas IIP-002											
2021-2022	Acciones	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	Dis. (%)
Enero	Limpieza general de la máquina	9/1/2021	120	2,5	0,75	3,25	77,50	0,013	2,7500	0,3636	96,57%
	Reemplazo de boquillas de inyección	16/1/2021	50	3	0,9	3,9					
	Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados	23/1/2021	60	2	0,6	2,6					
	Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías	23/1/2021	80	3,5	1,05	4,55					

Estadístico de Máquinas IIP-002											
2021-2022	Acciones	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	Dis. (%)
Febrero	Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras	6/2/2021	70	3,5	1,05	4,55	82,60	0,0121	3,2000	0,3125	96,27%
	Cambio de las válvulas de inyección	13/2/2021	80	4	1,2	5,2					
	Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras	20/2/2021	100	3,5	1,05	4,55					
	Inspección visual del cilindro Hidráulico	27/2/2021	85	2,5	0,75	3,25					
	Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla	27/2/2021	78	2,5	0,75	3,25					

Estadístico de Máquinas IIP-002											
2021-2022	Acciones	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	Dis. (%)
Marzo	Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico	12/3/2021	45	1,5	0,45	1,95	58	0,0174	5,7500	0,1739	90,91%
	Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas	12/3/2021	70	10	3	13					
Abril	Inspección manual del Lock por medio del desmontaje	3/4/2021	70	3,5	1,05	4,55	74,50	0,0134	3,1250	0,3200	95,97%
	Inspección manual de las mangas botadoras debido a retraso en la producción	10/4/2021	50	5	1,5	6,5					
	Inspección auditiva del motor debido a ruidos no característicos	17/4/2021	100	1	0,3	1,3					
	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje	24/4/2021	78	3	0,9	3,9					

Estadístico de Máquinas IIP-002											
2021-2022	Acciones	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	Dis. (%)
Mayo	Reemplazo de boquillas de inyección	15/5/2021	110	4	1,2	5,2	80	0,0125	3,3333	0,3000	96,00%
	Desmontaje y reemplazo de termocuplas	15/5/2021	70	2,5	0,75	3,25					
	Inspección manual por medio del desmontaje y reemplazo de termocuplas	22/5/2021	60	3,5	1,05	4,55					
Junio	Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio	4/6/2021	100	3,5	1,05	4,55	74,00	0,0135	2,8000	0,3571	96,35%
	Mantenimiento de moldes	11/6/2021	70	2	0,6	2,6					
	Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio	18/6/2021	50	1,5	0,45	1,95					
	Limpieza general de la máquina	18/6/2021	40	3	0,9	3,9					
	Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora	25/6/2021	110	4	1,2	5,2					

Estadístico de Máquinas IIP-002											
2021-2022	Acciones	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	Dis. (%)
Julio	Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales	3/7/2021	40	3	0,9	3,9	70,0	0,0143	2,8750	0,3478	96,05%
	Inspección manual, visual del cableado de la fuente	10/7/2021	80	2,5	0,75	3,25					
	Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje	10/7/2021	110	2	0,6	2,6					
	Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras	17/7/2021	50	4	1,2	5,2					
Agosto	Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras	14/8/2021	90	2	0,6	2,6	100	0,0100	3,0000	0,3333	97,09%
	Inspección manual, visual y reemplazo de empaques en la bomba de aceite	21/8/2021	110	4	1,2	5,2					

Estadístico de Máquinas IIP-002											
2021-2022	Acciones	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	Dis. (%)
Septiembre	Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras	11/9/2021	110	3	0,9	3,9	80,0	0,0125	2,5000	0,4000	96,97%
	Alienación de boquillas	18/9/2021	40	2,5	0,75	3,25					
	Inspección manual de las mangas botadoras debido a retraso en la producción	25/9/2021	90	2	0,6	2,6					
Octubre	Desmontaje del motor debido a ruidos no característicos	9/10/2021	80	2,5	0,75	3,25	80	0,0125	0,8333	1,2000	98,97%
	Limpieza de los orificios de las boquillas	16/10/2021	90	4	1,2	5,2					
	Limpieza general de la máquina	23/10/2021	70	3	0,9	3,9					
Noviembre	Reemplazo de empaques	13/2/2021	120	4,5	1,35	5,85	97	0,0103	3,3667	0,2970	96,63%
	Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante)	13/11/2021	110	2	0,6	2,6					
	Cambio de topes de carrera	27/11/2021	60	3,6	1,08	4,68					

Estadístico de Máquinas IIP-002											
Enero 2021- Enero 2022	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP(h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)
Diciembre	Reemplazo del cableado adyacente a la fuente	10/12/2021	60	2,5	0,75	3,25	86	0,0116	2,9000	0,3448	96,74%
	Engrase de la Guías	17/12/2021	110	3	0,9	3,9					
	Mantenimiento de moldes	24/12/2021	90	3	0,9	3,9					
	Revisión del sistema de protección y cerrado de puertas	24/12/2021	90	2,5	0,75	3,25					
	Inspección de porta moldes debido a retraso en inyección	24/12/2021	80	3,5	1,05	4,55					

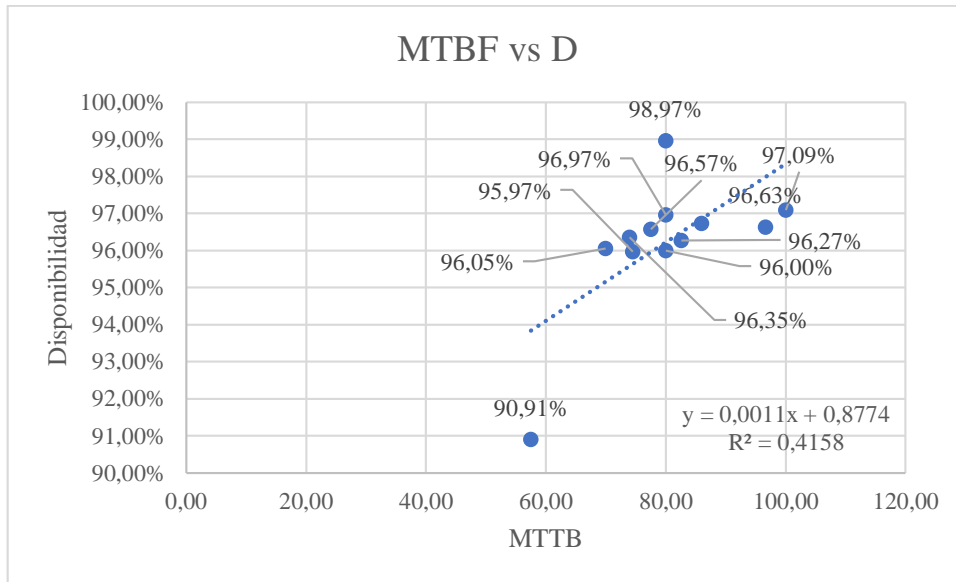


Figura 3.18.- Gráfica MTBF vs D de inyectora IIP-002. Autor

En lo que respecta a la segunda inyectora el mayor porcentaje de disponibilidad se puede obtener con un MTBF igual a 80 unidades en promedio dándonos un valor D igual a 98,97% mostrando que la máquina poseerá y proporcionará un amplio tiempo de trabajo. Además de mostrar que la máquina se encuentra a punto de declive en lo que a la curva de la bañera respecta.

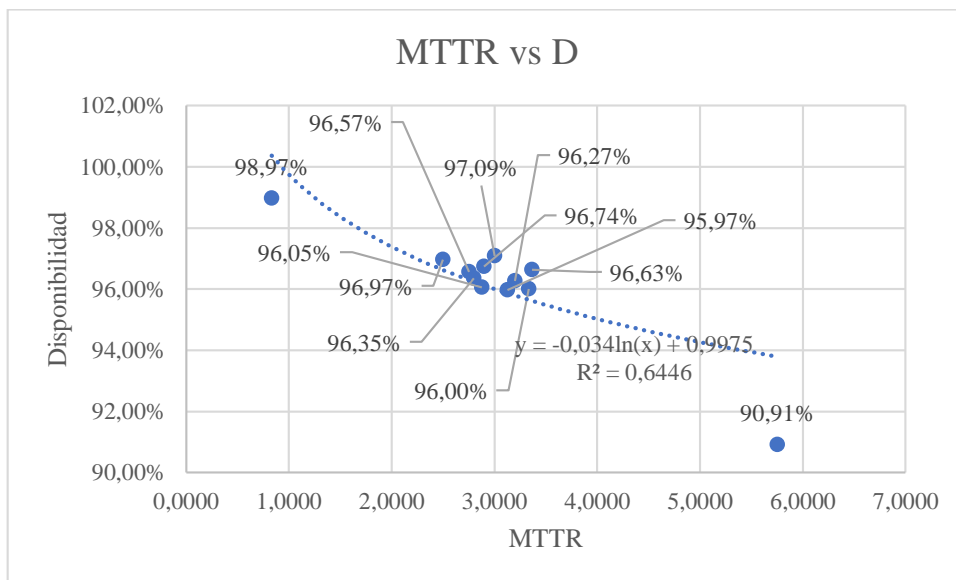


Figura 3.19.- Gráfica MTTR vs D de inyectora IIP-002. Autor

En la figura 3.19 mostrada se puede observar que para la disponibilidad igual a 98,97% el MTTR será de 0,83 unidades. Confirmando que el declive de la máquina será un tema a tratar con mayor énfasis. Por otro parte en la figura #.16 a continuación se muestra que para el mes de marzo la disponibilidad será mínima por lo que se recomienda que las actividades correctivas deberán ser separadas con el objetivo de incrementar la disponibilidad para así obtener una mayor carga de trabajo.

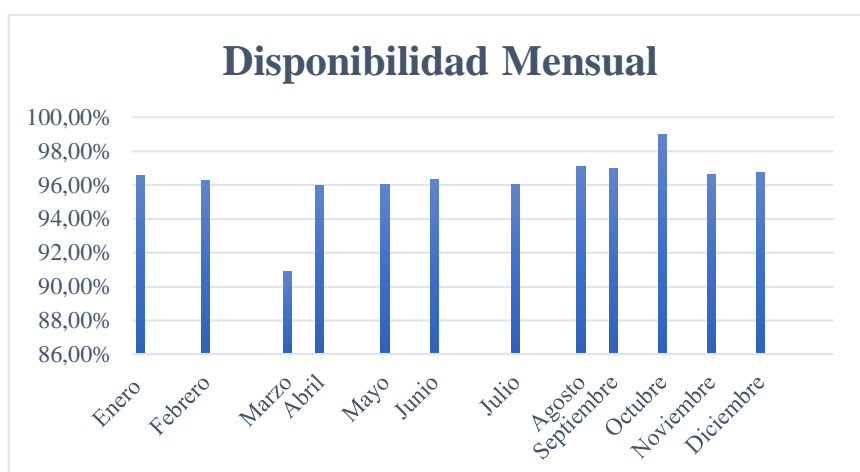


Figura 3.20.- Disponibilidad mensual de inyectora IIP-002. Autor

Para el caso de esta inyectora en particular la disponibilidad no fue muy pronunciada entre los meses de enero, febrero, abril, mayo, junio, julio, noviembre y diciembre por lo que solo se mencionara el promedio de los mismo, el valor fue de 81,35 %. Por otra parte, el valor de máxima disponibilidad fue para el mes de octubre con un valor de 98,97% valor más que adecuado para la estructuración del plan.

3.6.2. Fiabilidad e Infiabilidad Inyectora IIP-002

Tabla 3.41.- Fiabilidad e Infiabilidad de inyectora IIP-002. Autor

INYECTORA IIP-002				
MES	To(h)	λ Constante	Fiabilidad	Infiabilidad
Enero	120	0,008	36,94%	63,06%
	50		66,03%	33,97%
	60		60,77%	39,23%
	80		51,48%	48,52%
Febrero	70	0,0143	36,79%	63,21%
	80		31,89%	68,11%
	100		23,97%	76,03%
	85		29,69%	70,31%
	78		32,81%	67,19%
Marzo	45	0,0222	36,79%	63,21%
	70		21,11%	78,89%
Abril	70	0,0143	36,79%	63,21%
	50		48,95%	51,05%
	100		23,97%	76,03%
	78		32,81%	67,19%

INYECTORA IIP-002				
MES	To(h)	λ Constante	Fiabilidad	Infiabilidad
Mayo	110	0,0091	36,79%	63,21%
	70		52,92%	47,08%
	60		57,96%	42,04%
Junio	100	0,0100	36,79%	63,21%
	70		49,66%	50,34%
	50		60,65%	39,35%
	40		67,03%	32,97%
	110		33,29%	66,71%
Julio	40	0,0250	36,79%	63,21%
	80		13,53%	86,47%
	110		6,39%	93,61%
	50		28,65%	71,35%
Agosto	90	0,0111	36,79%	63,21%
	110		29,46%	70,54%
Septiembre	110	0,0091	36,79%	63,21%
	40		69,51%	30,49%
	90		44,12%	55,88%
Octubre	80	0,0125	36,79%	63,21%
	90		32,47%	67,53%
	70		41,69%	58,31%
Noviembre	120	0,0083	36,79%	63,21%
	110		39,98%	60,02%
	60		60,65%	39,35%
Diciembre	60	0,0167	36,79%	63,21%
	110		15,99%	84,01%
	90		22,31%	77,69%
	90		22,31%	77,69%
	80		26,36%	73,64%

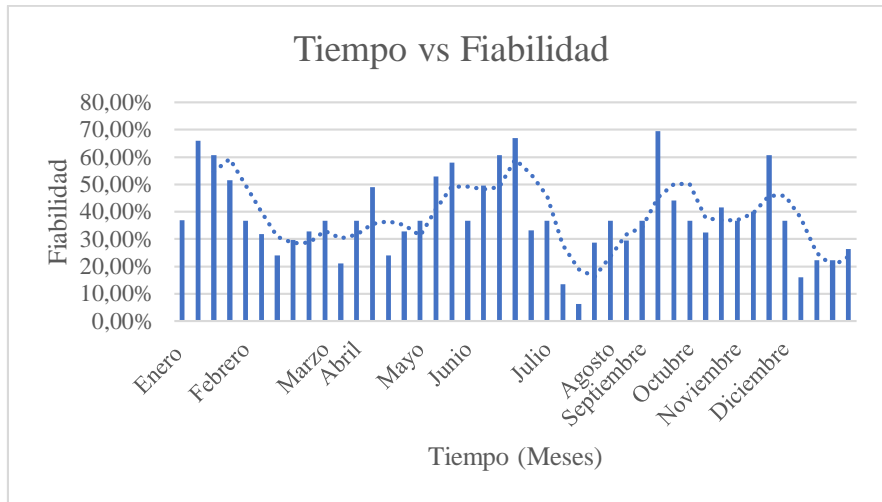


Figura 3.21.- Resumen mensual de Fiabilidad de inyectora IIP-002. Autor



Figura 3.22.- Resumen mensual de Infiabilidad de inyectora IIP-002. Autor

En las figuras 19 y 20 mostradas con antelación se expresa que los puntos más representativos para Infiabilidad se muestran para el mes de julio con 93,61% y 71,35% respectivamente para las actividades 3 y 4. Permittiéndonos establecer que para ese mes en particular las actividades deben ser lo más acertadas posibles permitiendo mantener el ritmo de producción en su manera habitual. Cabe recalcar que el objetivo de este trabajo es el de preservar la máquina mas no reemplazar un componente en específico.

3.7. Gamas de Mantenimiento

3.7.1. Inyectora Vertical IIP-001 y IPP-002

Tabla 3.42.- Disposición coloreada para las actividades. Autor

DISPOSICIÓN COLOREADA	
SIMBOLOGÍA	COLOR
DIARIO	ROJO
SEMANAL	AMARILLO
MENSUAL	VERDE
TRIMESTRAL	AZUL
SEMESTRAL	AZUL OSCURO
ANUAL	PURPURA

Tabla 3.43.- Membrete de las gamas de Mantenimiento. Autor

GAMAS DE MANTENIMIENTO			
Máquina/equipo:	INYECTORA HORIZONTAL Y VERTICAL	Serie:	N/A
Marca:	TRIULZI / VIHORLAT SNINA	Modelo:	EL2/200PV CS 321/160
Procedencia:	ITALIA / CHECOSLOVAQUIA	Código:	IIP-001 IIP-002
Área:	INYECCIÓN	Fecha:	N/A

Las gamas de mantenimiento serán estructuradas tomando en consideración que el trabajo de prevención no deberá ser muy excedente debido a que este no deberá entorpecer las actividades diarias de la empresa, por consiguiente, como máximo se establecieron 4 acciones de prevención por día tomando en consideración el tiempo, actividad y fecha de realización. Cabe recalcar que los meses mayormente cargados de trabajos corresponden a los meses de junio y diciembre debido a los ritmos de trabajo de la Empresa “Sistema de Asientos American”. Las actividades serán establecidas para un año calendario correspondiente al periodo enero 2021 a enero 2021.

MAQUINA	ACTIVIDADES	Estado	ENERO																													
		Encendido o Apagado	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	Alineación de boquillas (T)	Apagado																														
	Verificación de las válvulas de inyección (S)	Encendido																														
	Cambio de topes de carrera (A)	Apagado																														
	Colocación de abrazaderas en los puntos de unión de tuberías (A)	Apagado																														
	Desmontaje del motor (ruidos no característicos evidenciados) y/o limpieza (S)	Apagado																														
	Desmontaje del usillo de la IIP-001 (ruidos y verificar estado del mismo) (Inyectora Vertical) (A)	Apagado																														
	Desmontaje y reemplazo de termocuplas (Bandas Calefactoras) (A)	Apagado																														
	Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas (S)	Apagado																														
	Inspección de porta moldes (evitar retraso en inyección) (T)	Encendido																														
	Inspección manual de las mangas botadoras (Evitando retraso en la producción) (M)	Apagado																														
	Inspección manual del Lock por medio del desmontaje (A)	Apagado																														
	Inspección manual y visual de empaques en la bomba de aceite (A)	Apagado																														
	Inspección manual, visual del cableado de la fuente (D)	Apagado Total																														
	Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras (S)	Encendido																														
	Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras (S)	Encendido																														
	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje (A)	Apagado																														
	Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados (M)	Apagado																														
	Inspección visual del cilindro Hidráulico (SEM)	Encendido																														
	Inspección visual del filtro de aceite y en caso de fuerza mayor cambiarlo (S)	Apagado																														
	Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías (T)	Apagado																														
	Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																														
	Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																														
	Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras (inyectora Horizontal) (A)	Apagado																														
	Limpieza de los orificios de las boquillas (M)	Apagado																														
	Limpieza general de la máquina (D)	Apagado																														
	Mantenimiento de moldes (S)	Apagado																														
	Purgar el aire residual del cilindro (D)	Encendido																														
	Reemplazo de boquillas de inyección (A)	Apagado																														
	Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante) (A)	Apagado																														
	Reemplazo de empaques (A)	Apagado																														
	Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla (S)	Encendido																														
	Revisión del sistema de protección y cerrado de puertas (IIP-002) (D)	Encendido																														
	Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico(D)	Encendido																														
	Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio (S)	Apagado																														
	Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio (S)	Apagado																														
	Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora (S)	Apagado																														
	Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales (S)	Apagado																														
	Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje (S)	Apagado																														
	Verificar si el paro de seguridad funciona correctamente (D)	Encendido																														

Figura 3.23.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Enero

MAQUINA	ACTIVIDADES	Estado	FEBRERO																										
		Encendido o Apagado	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27			
	Alineación de boquillas (T)	Apagado																											
	Verificación de las válvulas de inyección (S)	Encendido																											
	Cambio de topes de carrera (A)	Apagado																											
	Colocación de abrazaderas en los puntos de unión de tuberías (A)	Apagado																											
	Desmontaje del motor (ruidos no característicos evidenciados) y/o limpieza (S)	Apagado																											
	Desmontaje del usillo de la IIP-001 (ruidos y verificar estado del mismo) (Inyectora Vertical) (A)	Apagado																											
	Desmontaje y reemplazo de termocuplas (Bandas Calefactoras) (A)	Apagado																											
	Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas (S)	Apagado																											
	Inspección de porta moldes (evitar retraso en inyección) (T)	Encendido																											
	Inspección manual de las mangas botadoras (Evitando retraso en la producción) (M)	Apagado																											
	Inspección manual del Lock por medio del desmontaje (A)	Apagado																											
	Inspección manual y visual de empaques en la bomba de aceite (A)	Apagado																											
	Inspección manual, visual del cableado de la fuente (D)	Apagado Total																											
	Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras (S)	Encendido																											
	Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras (S)	Encendido																											
	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje (A)	Apagado																											
	Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados (M)	Apagado																											
Inyectoras IIP-001 e IIP-002	Inspección visual del cilindro Hidráulico (SEM)	Encendido																											
	Inspección visual del filtro de aceite y en caso de fuerza mayor cambiarlo (S)	Apagado																											
	Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías (T)	Apagado																											
	Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																											
	Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																											
	Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras (inyectora Horizontal) (A)	Apagado																											
	Limpieza de los orificios de las boquillas (M)	Apagado																											
	Limpieza general de la máquina (D)	Apagado																											
	Mantenimiento de moldes (S)	Apagado																											
	Purgar el aire residual del cilindro (D)	Encendido																											
	Reemplazo de boquillas de inyección (A)	Apagado																											
	Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante) (A)	Apagado																											
	Reemplazo de empaques (A)	Apagado																											
	Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla (S)	Encendido																											
	Revisión del sistema de protección y cerrado de puertas (IIP-002) (D)	Encendido																											
	Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico(D)	Encendido																											
	Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio (S)	Apagado																											
	Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio (S)	Apagado																											
	Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora (S)	Apagado																											
	Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales (S)	Apagado																											
	Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje (S)	Apagado																											
	Verificar si el paro de seguridad funciona correctamente (D)	Encendido																											

Figura 3.24.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Febrero

MAQUINA	ACTIVIDADES	Estado	MARZO																														
		Encendido o Apagado	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	30	31					
Inyectoras IIP-001 e IIP-002	Alineación de boquillas (T)	Apagado	■																														
	Verificación de las válvulas de inyección (S)	Encendido																															
	Cambio de topes de carrera (A)	Apagado																															
	Colocación de abrazaderas en los puntos de unión de tuberías (A)	Apagado																															
	Desmontaje del motor (ruidos no característicos evidenciados) y/o limpieza (S)	Apagado																															
	Desmontaje del usillo de la IIP-001 (ruidos y verificar estado del mismo) (Inyectora Vertical) (A)	Apagado																															
	Desmontaje y reemplazo de termocuplas (Bandas Calefactoras) (A)	Apagado																															
	Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas (S)	Apagado																															
	Inspección de porta moldes (evitar retraso en inyección) (T)	Encendido								■																							
	Inspección manual de las mangas botadoras (Evitando retraso en la producción) (M)	Apagado	■																														
	Inspección manual del Lock por medio del desmontaje (A)	Apagado																															
	Inspección manual y visual de empaques en la bomba de aceite (A)	Apagado																															
	Inspección manual, visual del cableado de la fuente (D)	Apagado Total		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras (S)	Encendido																															
	Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras (S)	Encendido																															
	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje (A)	Apagado																															
	Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados (M)	Apagado	■																														
	Inspección visual del cilindro Hidráulico (SEM)	Encendido	■						■					■								■											
	Inspección visual del filtro de aceite y en caso de fuerza mayor cambiarlo (S)	Apagado																															
	Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías (T)	Apagado								■																							
	Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																															
	Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																															
	Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras (inyectora Horizontal) (A)	Apagado																															
	Limpieza de los orificios de las boquillas (M)	Apagado																												■			
	Limpieza general de la máquina (D)	Apagado		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Mantenimiento de moldes (S)	Apagado		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Purgar el aire residual del cilindro (D)	Encendido		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Reemplazo de boquillas de inyección (A)	Apagado																															
	Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante) (A)	Apagado																															
	Reemplazo de empaques (A)	Apagado																															
	Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla (S)	Encendido																															
	Revisión del sistema de protección y cerrado de puertas (IIP-002) (D)	Encendido		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico(D)	Encendido		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio (S)	Apagado																															
	Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio (S)	Apagado																															
Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora (S)	Apagado																																
Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales (S)	Apagado																																
Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje (S)	Apagado																																
Verificar si el paro de seguridad funciona correctamente (D)	Encendido		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				

Figura 3.25.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Marzo

MAQUINA	ACTIVIDADES	Estado	ABRIL																													
			Encendido o Apagado	1	3	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30				
	Alineación de boquillas (T)	Apagado																														
	Verificación de las válvulas de inyección (S)	Encendido																														
	Cambio de topes de carrera (A)	Apagado																														
	Colocación de abrazaderas en los puntos de unión de tuberías (A)	Apagado																														
	Desmontaje del motor (ruidos no característicos evidenciados) y/o limpieza (S)	Apagado																														
	Desmontaje del usillo de la IIP-001 (ruidos y verificar estado del mismo) (Inyectora Vertical) (A)	Apagado																														
	Desmontaje y reemplazo de termocuplas (Bandas Calefactoras) (A)	Apagado																														
	Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas (S)	Apagado																														
	Inspección de porta moldes (evitar retraso en inyección) (T)	Encendido																														
	Inspección manual de las mangas botadoras (Evitando retraso en la producción) (M)	Apagado																														
	Inspección manual del Lock por medio del desmontaje (A)	Apagado																														
	Inspección manual y visual de empaques en la bomba de aceite (A)	Apagado																														
	Inspección manual, visual del cableado de la fuente (D)	Apagado																														
	Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras (S)	Encendido																														
	Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras (S)	Encendido																														
	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje (A)	Apagado																														
	Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados (M)	Apagado																														
	Inspección visual del cilindro Hidráulico (SEM)	Encendido																														
	Inspección visual del filtro de aceite y en caso de fuerza mayor cambiarlo (S)	Apagado																														
	Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías (T)	Apagado																														
	Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																														
	Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																														
	Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras (inyectora Horizontal) (A)	Apagado																														
	Limpieza de los orificios de las boquillas (M)	Apagado																														
	Limpieza general de la máquina (D)	Apagado																														
	Mantenimiento de moldes (S)	Apagado																														
	Purgar el aire residual del cilindro (D)	Encendido																														
	Reemplazo de boquillas de inyección (A)	Apagado																														
	Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante) (A)	Apagado																														
	Reemplazo de empaques (A)	Apagado																														
	Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla (S)	Encendido																														
	Revisión del sistema de protección y cerrado de puertas (IIP-002) (D)	Encendido																														
	Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico(D)	Encendido																														
	Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio (S)	Apagado																														
	Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio (S)	Apagado																														
	Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora (S)	Apagado																														
	Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales (S)	Apagado																														
	Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje (S)	Apagado																														
	Verificar si el paro de seguridad funciona correctamente (D)	Encendido																														

Figura 3.26.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Abril

MAQUINA	ACTIVIDADES	Estado	MAYO																												
Inyectoras IIP-001 e IIP-002		Encendido o Apagado	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	31				
	Alineación de boquillas (T)	Apagado																													
	Verificación de las válvulas de inyección (S)	Encendido																													
	Cambio de topes de carrera (A)	Apagado																													
	Colocación de abrazaderas en los puntos de unión de tuberías (A)	Apagado																													
	Desmontaje del motor (ruidos no característicos evidenciados) y/o limpieza (S)	Apagado																													
	Desmontaje del usillo de la IIP-001 (ruidos y verificar estado del mismo) (Inyectora Vertical) (A)	Apagado																													
	Desmontaje y reemplazo de termocuplas (Bandas Calefactoras) (A)	Apagado																													
	Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas (S)	Apagado																													
	Inspección de porta moldes (evitar retraso en inyección) (T)	Encendido																													
	Inspección manual de las mangas botadoras (Evitando retraso en la producción) (M)	Apagado																													
	Inspección manual del Lock por medio del desmontaje (A)	Apagado																													
	Inspección manual y visual de empaques en la bomba de aceite (A)	Apagado																													
	Inspección manual, visual del cableado de la fuente (D)	Apagado																													
	Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras (S)	Encendido																													
	Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras (S)	Encendido																													
	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje (A)	Apagado																													
	Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados (M)	Apagado																													
	Inspección visual del cilindro Hidráulico (SEM)	Encendido																													
	Inspección visual del filtro de aceite y en caso de fuerza mayor cambiarlo (S)	Apagado																													
	Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías (T)	Apagado																													
	Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																													
	Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																													
	Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras (inyectora Horizontal) (A)	Apagado																													
	Limpieza de los orificios de las boquillas (M)	Apagado																													
	Limpieza general de la máquina (D)	Apagado																													
	Mantenimiento de moldes (S)	Apagado																													
	Purgar el aire residual del cilindro (D)	Encendido																													
Reemplazo de boquillas de inyección (A)	Apagado																														
Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante) (A)	Apagado																														
Reemplazo de empaques (A)	Apagado																														
Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla (S)	Encendido																														
Revisión del sistema de protección y cerrado de puertas (IIP-002) (D)	Encendido																														
Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico(D)	Encendido																														
Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio (S)	Apagado																														
Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio (S)	Apagado																														
Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora (S)	Apagado																														
Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales (S)	Apagado																														
Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje (S)	Apagado																														
Verificar si el paro de seguridad funciona correctamente (D)	Encendido																														

Figura 3.27.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Mayo

MAQUINA	ACTIVIDADES	Estado	JUNIO																													
			1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	28	29	30				
Inyectoras IIP-001 e IIP-002	Alineación de boquillas (T)	Apagado	■																													
	Verificación de las válvulas de inyección (S)	Encendido																														
	Cambio de topes de carrera (A)	Apagado	■																													
	Colocación de abrazaderas en los puntos de unión de tuberías (A)	Apagado	■																													
	Desmontaje del motor (ruidos no característicos evidenciados) y/o limpieza (S)	Apagado	■																													
	Desmontaje del usillo de la IIP-001 (ruidos y verificar estado del mismo) (Inyectora Vertical) (A)	Apagado	■																													
	Desmontaje y reemplazo de termocuplas (Bandas Calefactoras) (A)	Apagado	■																													
	Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas (S)	Apagado	■	■																												
	Inspección de porta moldes (evitar retraso en inyección) (T)	Encendido																														
	Inspección manual de las mangas botadoras (Evitando retraso en la producción) (M)	Apagado	■																													
	Inspección manual del Lock por medio del desmontaje (A)	Apagado	■																													
	Inspección manual y visual de empaques en la bomba de aceite (A)	Apagado	■																													
	Inspección manual, visual del cableado de la fuente (D)	Apagado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras (S)	Encendido																														
	Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras (S)	Encendido																														
	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje (A)	Apagado	■																													
	Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados (M)	Apagado	■	■																												
	Inspección visual del cilindro Hidráulico (SEM)	Encendido																														
	Inspección visual del filtro de aceite y en caso de fuerza mayor cambiarlo (S)	Apagado	■																													
	Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías (T)	Apagado	■																													
	Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																														
	Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																														
	Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras (inyectora Horizontal) (A)	Apagado	■																													
	Limpieza de los orificios de las boquillas (M)	Apagado	■																										■			
	Limpieza general de la máquina (D)	Apagado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Mantenimiento de moldes (S)	Apagado	■																													
	Purgar el aire residual del cilindro (D)	Encendido	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Reemplazo de boquillas de inyección (A)	Apagado	■																													
	Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante) (A)	Apagado	■																													
	Reemplazo de empaques (A)	Apagado	■																													
	Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla (S)	Encendido	■																													
	Revisión del sistema de protección y cerrado de puertas (IIP-002) (D)	Encendido	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico(D)	Encendido	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio (S)	Apagado	■																														
Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio (S)	Apagado	■																														
Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora (S)	Apagado	■																														
Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales (S)	Apagado	■																														
Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje (S)	Apagado	■																														
Verificar si el paro de seguridad funciona correctamente (D)	Encendido	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				

Figura 3.28.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Junio

MAQUINA	ACTIVIDADES	Estado	JULIO																														
		Encendido o Apagado	1	2	3	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31				
	Alineación de boquillas (T)	Apagado																															
	Verificación de las válvulas de inyección (S)	Encendido																															
	Cambio de topes de carrera (A)	Apagado																															
	Colocación de abrazaderas en los puntos de unión de tuberías (A)	Apagado																															
	Desmontaje del motor (ruidos no característicos evidenciados) y/o limpieza (S)	Apagado																															
	Desmontaje del usillo de la IIP-001 (ruidos y verificar estado del mismo) (Inyectora Vertical) (A)	Apagado																															
	Desmontaje y reemplazo de termocuplas (Bandas Calefactoras) (A)	Apagado																															
	Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas (S)	Apagado																															
	Inspección de porta moldes (evitar retraso en inyección) (T)	Encendido																															
	Inspección manual de las mangas botadoras (Evitando retraso en la producción) (M)	Apagado																															
	Inspección manual del Lock por medio del desmontaje (A)	Apagado																															
	Inspección manual y visual de empaques en la bomba de aceite (A)	Apagado																															
	Inspección manual, visual del cableado de la fuente (D)	Apagado																															
	Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras (S)	Encendido																															
	Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras (S)	Encendido																															
	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje (A)	Apagado																															
	Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados (M)	Apagado																															
	Inspección visual del cilindro Hidráulico (SEM)	Encendido																															
	Inspección visual del filtro de aceite y en caso de fuerza mayor cambiarlo (S)	Apagado																															
	Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías (T)	Apagado																															
	Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																															
	Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																															
	Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras (inyectora Horizontal) (A)	Apagado																															
	Limpieza de los orificios de las boquillas (M)	Apagado																															
	Limpieza general de la máquina (D)	Apagado																															
	Mantenimiento de moldes (S)	Apagado																															
	Purgar el aire residual del cilindro (D)	Encendido																															
	Reemplazo de boquillas de inyección (A)	Apagado																															
	Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante) (A)	Apagado																															
	Reemplazo de empaques (A)	Apagado																															
	Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla (S)	Encendido																															
	Revisión del sistema de protección y cerrado de puertas (IIP-002) (D)	Encendido																															
	Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico(D)	Encendido																															
	Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio (S)	Apagado																															
	Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio (S)	Apagado																															
	Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora (S)	Apagado																															
	Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales (S)	Apagado																															
	Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje (S)	Apagado																															
	Verificar si el paro de seguridad funciona correctamente (D)	Encendido																															

Figura 3.29.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Julio

MAQUINA	ACTIVIDADES	Estado	AGOSTO																																					
		Encendido o Apagado	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	30	31												
Inyectoras IIP-001 e IIP-002	Alineación de boquillas (T)	Apagado																																						
	Verificación de las válvulas de inyección (S)	Encendido																																						
	Cambio de topes de carrera (A)	Apagado																																						
	Colocación de abrazaderas en los puntos de unión de tuberías (A)	Apagado																																						
	Desmontaje del motor (ruidos no característicos evidenciados) y/o limpieza (S)	Apagado																																						
	Desmontaje del usillo de la IIP-001 (ruidos y verificar estado del mismo) (Inyectora Vertical) (A)	Apagado																																						
	Desmontaje y reemplazo de termocuplas (Bandas Calefactoras) (A)	Apagado																																						
	Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas (S)	Apagado																																						
	Inspección de porta moldes (evitar retraso en inyección) (T)	Encendido																																						
	Inspección manual de las mangas botadoras (Evitando retraso en la producción) (M)	Apagado																																						
	Inspección manual del Lock por medio del desmontaje (A)	Apagado																																						
	Inspección manual y visual de empaques en la bomba de aceite (A)	Apagado																																						
	Inspección manual, visual del cableado de la fuente (D)	Apagado																																						
	Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras (S)	Encendido																																						
	Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras (S)	Encendido																																						
	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje (A)	Apagado																																						
	Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados (M)	Apagado																																						
	Inspección visual del cilindro Hidráulico (SEM)	Encendido																																						
	Inspección visual del filtro de aceite y en caso de fuerza mayor cambiarlo (S)	Apagado																																						
	Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías (T)	Apagado																																						
	Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																																						
	Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																																						
	Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras (inyectora Horizontal) (A)	Apagado																																						
	Limpieza de los orificios de las boquillas (M)	Apagado																																						
	Limpieza general de la máquina (D)	Apagado																																						
	Mantenimiento de moldes (S)	Apagado																																						
	Purgar el aire residual del cilindro (D)	Encendido																																						
	Reemplazo de boquillas de inyección (A)	Apagado																																						
	Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante) (A)	Apagado																																						
	Reemplazo de empaques (A)	Apagado																																						
	Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla (S)	Encendido																																						
	Revisión del sistema de protección y cerrado de puertas (IIP-002) (D)	Encendido																																						
	Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico(D)	Encendido																																						
	Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio (S)	Apagado																																						
	Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio (S)	Apagado																																						
	Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora (S)	Apagado																																						
	Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales (S)	Apagado																																						
	Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje (S)	Apagado																																						
	Verificar si el paro de seguridad funciona correctamente (D)	Encendido																																						

Figura 3.30.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Agosto

MAQUINA	ACTIVIDADES	Estado	SEPTIEMBRE																													
		Encendido o Apagado	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	27	28	29	30				
Inyectoras IIP-001 e IIP-002	Alineación de boquillas (T)	Apagado																														
	Verificación de las válvulas de inyección (S)	Encendido																														
	Cambio de topes de carrera (A)	Apagado																														
	Colocación de abrazaderas en los puntos de unión de tuberías (A)	Apagado																														
	Desmontaje del motor (ruidos no característicos evidenciados) y/o limpieza (S)	Apagado																														
	Desmontaje del usillo de la IIP-001 (ruidos y verificar estado del mismo) (Inyectora Vertical) (A)	Apagado																														
	Desmontaje y reemplazo de termocuplas (Bandas Calefactoras) (A)	Apagado																														
	Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas (S)	Apagado																														
	Inspección de porta moldes (evitar retraso en inyección) (T)	Encendido																														
	Inspección manual de las mangas botadoras (Evitando retraso en la producción) (M)	Apagado																														
	Inspección manual del Lock por medio del desmontaje (A)	Apagado																														
	Inspección manual y visual de empaques en la bomba de aceite (A)	Apagado																														
	Inspección manual, visual del cableado de la fuente (D)	Apagado																														
	Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras (S)	Encendido																														
	Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras (S)	Encendido																														
	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje (A)	Apagado																														
	Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados (M)	Apagado																														
	Inspección visual del cilindro Hidráulico (SEM)	Encendido																														
	Inspección visual del filtro de aceite y en caso de fuerza mayor cambiarlo (S)	Apagado																														
	Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías (T)	Apagado																														
	Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																														
	Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																														
	Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras (inyectora Horizontal) (A)	Apagado																														
	Limpieza de los orificios de las boquillas (M)	Apagado																														
	Limpieza general de la máquina (D)	Apagado																														
	Mantenimiento de moldes (S)	Apagado																														
	Purgar el aire residual del cilindro (D)	Encendido																														
	Reemplazo de boquillas de inyección (A)	Apagado																														
	Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante) (A)	Apagado																														
	Reemplazo de empaques (A)	Apagado																														
	Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla (S)	Encendido																														
	Revisión del sistema de protección y cerrado de puertas (IIP-002) (D)	Encendido																														
	Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico(D)	Encendido																														
Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio (S)	Apagado																															
Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio (S)	Apagado																															
Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora (S)	Apagado																															
Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales (S)	Apagado																															
Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje (S)	Apagado																															
Verificar si el paro de seguridad funciona correctamente (D)	Encendido																															

Figura 3.31.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Septiembre

MAQUINA	ACTIVIDADES	Estado	OCTUBRE																													
			1	2	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29	30				
Inyectoras IIP-001 e IIP-002	Alineación de boquillas (T)	Apagado																														
	Verificación de las válvulas de inyección (S)	Encendido																														
	Cambio de topes de carrera (A)	Apagado																														
	Colocación de abrazaderas en los puntos de unión de tuberías (A)	Apagado																														
	Desmontaje del motor (ruidos no característicos evidenciados) y/o limpieza (S)	Apagado																														
	Desmontaje del usillo de la IIP-001 (ruidos y verificar estado del mismo) (Inyectora Vertical) (A)	Apagado																														
	Desmontaje y reemplazo de termocuplas (Bandas Calefactoras) (A)	Apagado																														
	Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas (S)	Apagado																														
	Inspección de porta moldes (evitar retraso en inyección) (T)	Encendido																														
	Inspección manual de las mangas botadoras (Evitando retraso en la producción) (M)	Apagado																														
	Inspección manual del Lock por medio del desmontaje (A)	Apagado																														
	Inspección manual y visual de empaques en la bomba de aceite (A)	Apagado																														
	Inspección manual, visual del cableado de la fuente (D)	Apagado																														
	Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras (S)	Encendido																														
	Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras (S)	Encendido																														
	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje (A)	Apagado																														
	Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados (M)	Apagado																														
	Inspección visual del cilindro Hidráulico (SEM)	Encendido																														
	Inspección visual del filtro de aceite y en caso de fuerza mayor cambiarlo (S)	Apagado																														
	Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías (T)	Apagado																														
	Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																														
	Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																														
	Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras (inyectora Horizontal) (A)	Apagado																														
	Limpieza de los orificios de las boquillas (M)	Apagado																														
	Limpieza general de la máquina (D)	Apagado																														
	Mantenimiento de moldes (S)	Apagado																														
	Purgar el aire residual del cilindro (D)	Encendido																														
	Reemplazo de boquillas de inyección (A)	Apagado																														
	Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante) (A)	Apagado																														
	Reemplazo de empaques (A)	Apagado																														
	Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla (S)	Encendido																														
	Revisión del sistema de protección y cerrado de puertas (IIP-002) (D)	Encendido																														
	Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico(D)	Encendido																														
	Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio (S)	Apagado																														
	Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio (S)	Apagado																														
	Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora (S)	Apagado																														
Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales (S)	Apagado																															
Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje (S)	Apagado																															
Verificar si el paro de seguridad funciona correctamente (D)	Encendido																															

Figura 3.32.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Octubre

MAQUINA	ACTIVIDADES	Estado	NOVIEMBRE																											
			Encendido o Apagado	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	29	30		
Inyectoras IIP-001 e IIP-002	Alineación de boquillas (T)	Apagado																												
	Verificación de las válvulas de inyección (S)	Encendido																												
	Cambio de topes de carrera (A)	Apagado																												
	Colocación de abrazaderas en los puntos de unión de tuberías (A)	Apagado																												
	Desmontaje del motor (ruidos no característicos evidenciados) y/o limpieza (S)	Apagado																												
	Desmontaje del usillo de la IIP-001 (ruidos y verificar estado del mismo) (Inyectora Vertical) (A)	Apagado																												
	Desmontaje y reemplazo de termocuplas (Bandas Calefactoras) (A)	Apagado																												
	Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas (S)	Apagado																												
	Inspección de porta moldes (evitar retraso en inyección) (T)	Encendido																												
	Inspección manual de las mangas botadoras (Evitando retraso en la producción) (M)	Apagado																												
	Inspección manual del Lock por medio del desmontaje (A)	Apagado																												
	Inspección manual y visual de empaques en la bomba de aceite (A)	Apagado																												
	Inspección manual, visual del cableado de la fuente (D)	Apagado																												
	Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras (S)	Encendido																												
	Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras (S)	Encendido																												
	Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje (A)	Apagado																												
	Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados (M)	Apagado																												
	Inspección visual del cilindro Hidráulico (SEM)	Encendido																												
	Inspección visual del filtro de aceite y en caso de fuerza mayor cambiarlo (S)	Apagado																												
	Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías (T)	Apagado																												
	Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																												
	Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																												
	Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras (inyectora Horizontal) (A)	Apagado																												
	Limpieza de los orificios de las boquillas (M)	Apagado																												
	Limpieza general de la máquina (D)	Apagado																												
	Mantenimiento de moldes (S)	Apagado																												
	Purgar el aire residual del cilindro (D)	Encendido																												
	Reemplazo de boquillas de inyección (A)	Apagado																												
	Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante) (A)	Apagado																												
	Reemplazo de empaques (A)	Apagado																												
Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla (S)	Encendido																													
Revisión del sistema de protección y cerrado de puertas (IIP-002) (D)	Encendido																													
Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico(D)	Encendido																													
Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio (S)	Apagado																													
Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio (S)	Apagado																													
Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora (S)	Apagado																													
Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales (S)	Apagado																													
Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje (S)	Apagado																													
Verificar si el paro de seguridad funciona correctamente (D)	Encendido																													

Figura 3.33.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Noviembre

MAQUINA	ACTIVIDADES	Estado	DICIEMBRE																													
			Encendido o Apagado	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	27	28	29	30				
			Apagado																													
Alineación de boquillas (T)	Apagado																															
Verificación de las válvulas de inyección (S)	Encendido																															
Cambio de topes de carrera (A)	Apagado																															
Colocación de abrazaderas en los puntos de unión de tuberías (A)	Apagado																															
Desmontaje del motor (ruidos no característicos evidenciados) y/o limpieza (S)	Apagado																															
Desmontaje del usillo de la IIP-001 (ruidos y verificar estado del mismo) (Inyectora Vertical) (A)	Apagado																															
Desmontaje y reemplazo de termocuplas (Bandas Calefactoras) (A)	Apagado																															
Desmontaje y revisión del amperaje 10 (A) en las electroválvulas (S)	Apagado																															
Inspección de porta moldes (evitar retraso en inyección) (T)	Encendido																															
Inspección manual de las mangas botadoras (Evitando retraso en la producción) (M)	Apagado																															
Inspección manual del Lock por medio del desmontaje (A)	Apagado																															
Inspección manual y visual de empaques en la bomba de aceite (A)	Apagado																															
Inspección manual, visual del cableado de la fuente (D)	Apagado																															
Inspección manual, visual y reemplazo de tornillos en las placas protectoras (S)	Encendido																															
Inspección manual, visual y reemplazo de tuercas en las placas protectoras (S)	Encendido																															
Inspección visual de servo motor por medio del desmontaje (A)	Apagado																															
Inspección visual del armado eléctrico en busca de cables deteriorados (M)	Apagado																															
Inspección visual del cilindro Hidráulico (SEM)	Encendido																															
Inspección visual del filtro de aceite y en caso de fuerza mayor cambiarlo (S)	Apagado																															
Inspección visual metódica y engrasado de las barras guías (T)	Apagado																															
Inspección visual y manual de los canales de inyección en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																															
Inspección visual y manual de las cañerías de enfriamiento en busca de fugas, orificios o hendiduras (T)	Encendido																															
Inspección visual, manual y adecuación de placas protectoras (inyectora Horizontal) (A)	Apagado																															
Limpieza de los orificios de las boquillas (M)	Apagado																															
Limpieza general de la máquina (D)	Apagado																															
Mantenimiento de moldes (S)	Apagado																															
Purgar el aire residual del cilindro (D)	Encendido																															
Reemplazo de boquillas de inyección (A)	Apagado																															
Reemplazo de cañerías (transporta refrigerante) (A)	Apagado																															
Reemplazo de empaques (A)	Apagado																															
Revisión de voltaje siendo este el 10% del voltaje de uso para los controladores por falla (S)	Encendido																															
Revisión del sistema de protección y cerrado de puertas (IIP-002) (D)	Encendido																															
Revisión el nivel de fluido del sistema Hidráulico(D)	Encendido																															
Revisión por medio del desmontaje válvula de alivio (S)	Apagado																															
Revisión por medio del desmontaje válvula de inicio (S)	Apagado																															
Revisión por medio del desmontaje válvula de reguladora (S)	Apagado																															
Revisión por medio del desmontaje válvulas direccionales (S)	Apagado																															
Revisión y reemplazo de fines de carrera por medio del desmontaje (S)	Apagado																															
Verificar si el paro de seguridad funciona correctamente (D)	Encendido																															

Figura 3.34.- Gama de Mantenimiento correspondiente al mes de Diciembre

CAPÍTULO IV

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

- La información proporcionada por parte de la empresa, sirvió de base fundamental para la estructuración del plan de mantenimiento. Cabe detallar que únicamente la matriz de fallos nodales necesitaba una adecuación debido a que esta fue realizada hace 4 años atrás, por consiguiente, además de la NTP 679 se le agregó a la misma la matriz criticidad en la cual se ponderaron las características siguientes impacto operacional, flexibilidad, costos de mantenimiento y frecuencia de fallas. Estas nos permitieron establecer una jerarquía de componentes, para los cuales las acciones correctivas fueron establecidas.
- Las máquinas industriales IIP-001 y IIP-002, inyectoras vertical y horizontal respectivamente. Poseen componentes similares, así como horas de trabajo. Pero en lo que respecta a las características intrínsecas y condiciones de trabajo estas diferencias se hacen más notorias como es el caso del estado del cableado, cubiertas, cañerías, señalética y componentes no existentes como es el caso del tapón de aceite de la inyectora horizontal. Un factor característico que se encontró en las dos máquinas fue la fuga de fluido, aceite en particular.
- La NTP 679 requiere de componentes aislados a los cuales analizar de manera específica, de esta manera la matriz AMFE fue establecida con una base de 58 componentes de varios sistemas. Esto nos permitió obtener acciones correctivas respectivas para cada uno de los componentes. En la nota técnica de prevención se menciona que un valor crítico será considerado como tal si supera el valor de 100 unidades. De esta manera se pudo obtener un conteo final de 25 elementos críticos. Además, se añadió la matriz criticidad en la cual se obtuvo un conteo de 17 elementos críticos y 11 semi críticos, los mismos que fueron obtenidos en base a un promedio de la matriz. Mediante estas valoraciones se pudo establecer de una manera acertada los tiempos de operación, tiempo de paro y tiempo muerto.
- El estadístico de máquinas requirió de la interpretación en la valoración de tiempos como por ejemplo; tiempo de operación para inyectora IIP-001 fue de 150 horas en promedio. Para el caso de IIP-002 el tiempo fue de 180 horas. El tiempo muerto será del 30 % del tiempo de reparación. Es importante detallar que los tiempos fueron determinados en base a mantenimientos anteriores y mediante la estructuración de un estadístico empírico, el cual se basó en la recopilación de información otorgada por el personal de la empresa. Esto permitió estructurar un complejo estadístico de máquinas, así como actividades

correctivas acertadas y el tiempo que toma hacer las mismas. Por otra parte, la mayor disponibilidad se evidenció para el mes de octubre con un valor de 98,36%, a su vez el valor de mínima disponibilidad se evidencio para julio con el valor de 47,06% para la inyectora IIP-001. Para el caso de la inyectora IIP-002 los valores de mayor y menor disponibilidad fueron de 98,87% y 90,91% para los meses de octubre y marzo respectivamente.

- La fiabilidad de las inyectoras mostró que esta no es muy elevada para la mayoría de los casos particularmente por el hecho que la máquina se encuentra al inicio del periodo del declive en la parte final del periodo infantil de la curva de la bañera. La mayor fiabilidad fue de 98,14%, 62,50%, 66,10% y 54,30% para los meses de enero, mayo, julio, agosto y diciembre respectivamente, para el caso particular de la inyectora IIP-001. La disponibilidad para el caso de la IIP-002 fue notoriamente mayor denotando que la misma está en el periodo medio de fallas infantiles con un valor promedio del 96% de fiabilidad.
- Como punto final, se establecieron las gamas de mantenimiento tomando en cuenta que no se deberá superar las 4 actividades diarias con el objetivo de no inmiscuirse en las actividades diarias de la empresa y reducir la producción. Los meses con mayor número de actividades son los meses de junio y diciembre. Las acciones correctivas serán establecidas para un año calendario correspondiente al periodo enero 2021 hacia enero 2022.

4.2. Recomendaciones

- La información obtenida por parte de la empresa debe ser lo más real posible dado que los tiempos otorgados son de manera muy genérica. Por consiguiente, se recomienda que, en caso de no poseer estadísticos antiguos, se deberá hacer los mismos si y solo si la información a utilizar es verificable y de una fuente muy confiable.
- Se recomienda además que si en caso particular el número prioritario de riesgos (NPR) obtenido mediante AMFE es inferior a las 100 unidades de deberían promediar los mismos para así no dejar fuera del análisis a elementos potenciales. De esta manera se puede crear un orden categórico de tres clasificaciones NPR crítico, semi crítico y no crítico si el caso lo requiere.
- Dado que las máquinas se encuentran en dirección al periodo de máximo trabajo y por consiguiente al declive en años posteriores se recomienda iniciar con la estructuración de un plan de mantenimiento predictivo correctivo. Esto en particular se debe realizar en la inyectora horizontal dado que el usillo que permite la inyección de la materia prima se encuentra con una minúscula avería incrementando el tiempo de inyección.
- Las Bitácoras de Mantenimiento fueron establecidas en función de las características intrínsecas de las máquinas, pero se recomienda que las actividades correctivas descritas

en las mismas sean realizadas por personal competente en caso que las actividades sean complejas. Caso contrario se deberá proporcionar un instructivo adecuado en el cual se muestre como realizar dicha acción correctiva.

Bibliografía

- [1] R. Vargas, *La Estadística en el Mantenimiento*, México: MCMAI, 2017.
- [2] R. Torres, *Análisis de modos de Falla, Efectos AMFE*, Lima: AndventureW, 2016.
- [3] Á. Perez , *Elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo orientado hacia una camarone en Guayaquil*, Guayaquil: ERSG, 2016.
- [4] M. Mago, *Mantenimiento orientado hacia la disponibilidad enfocado en el MTBF*, Arenillas: CHILEpA, 2016.
- [5] F. I. Freire Pérez, *Desarrollo de un plan de Mantenimiento preventivo y predictivo mediante la distribución de Weibull para las Inyectoras Horizontales de Polímeros en la Empresa Ingeniería Diseño de Suelas.*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato (UTA), 2019.
- [6] M. B. Muñoz Abella, *Mantenimiento Industrial*, Alocha: Universidad Carlos III de Madrid, 2016.
- [7] L. Owen, *Industrial Maintenance Mechanical Systems*, Las Vegas, Nevada: MIC Tel-A-, 2016.
- [8] J. C. Valdivieso Torres, *Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Empresa EXTRUPLAS S.A.*, Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2016.
- [9] C. A. Gonzáñes Barrios, *Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo en la Empresa Servicios, COOMEVA.*, Cali-Colombia: Escuela de Ciencias Básicas, 2018.
- [10] C. A. Casco Andrade, *Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Basado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM) para el sistema de Captación, Conducción y Casa de Máquinas en la Central Hidroeléctrica Río Verde Chico*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato (UTA), 2020.
- [11] C. M. Quishpe Villa, *Implementación de la Metodología de Weibull para el Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo en las Máquinas Industriales de la*

Empresa Carrocerías Jácome, Ambato: Universidad Técnica de Ambato (UTA), 2020.

- [12] M. Bellovi, R. Orriols Ramos y C. Mata Paris, *NTP: 679 Análisis modal de fallos y defectos*. AMFE, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España, 2004.
- [13] H. Javanmard, *Optimizing the preventive maintenance scheduling by genetic algorithm based on cost and reliability in Nacional Iranian Drilling*, Iran: Wahhab Koraeizadeh, 2016.
- [14] E. M. Molina Vela, *Diseño e Implementación de un sistema de control para una inyectora de plástico*, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2017.
- [15] C. L. Cadeba Rueda y A. Mesa Martínez, *Diseño de una inyectora de Plástico*, Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2016.
- [16] FADIPLASTSL, 25 04 2017. [En línea]. Available: <https://fadiplast.com/inyeccion-de-plastico/>. [Último acceso: 12 14 2020].
- [17] Alimatic, «Canales sectoriales Alimatic,» 05 10 2015. [En línea]. Available: [https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/306570-Temperatura-masa-temperatura-molde-algo-mas-que-fundir-enfriar-material-\(Parte-2\).html](https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/306570-Temperatura-masa-temperatura-molde-algo-mas-que-fundir-enfriar-material-(Parte-2).html). [Último acceso: 14 12 2020].
- [18] H. Liu, *Reliability and maintenance modeling for competing risk processes with Weibull inter-arrival shocks*, Hong Kong: University of Hong Kong, 2019.
- [19] P. Brasa Estévez, *Análisis estadístico de datos para el mantenimiento predictivo de maquinaria industrial*, Coruña-España: Universidad de Coruña, 2019.
- [20] T. Milano, «Planificación y Gestión del Mantenimiento Industrial,» de *Mantenimiento Industrial*, Alocha, Adventureworks, 2012, pp. 30-34.
- [21] F. Sánchez Marin, A. Pérez González, J. Sancho Bru y P. Rodríguez González, «Mantenimiento Preventivo,» de *Mantenimiento Mecánico de Máquinas*, Valencia, Universitat de Jaume I, 2007, pp. 20-25.

[22] A. Mora Gutiérrez, «Planeación, ejecución y control,» de *Mantenimiento de Máquinas*, México, Alfaomega, 2009, pp. 3-11.

ANEXOS

Anexo 1. Limpieza de maquinaria



NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

Analyse des modes de défauts et effets. AMDE

Failure Mode and Effect Analysis. FMEA

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

Redactores:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial

Rosa M^a Orriols Ramos
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Carles Mata París
Ingeniero Técnico

SEAT, S.A.

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

1. INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

2. DEFINICIONES DE TÉRMINOS FUNDAMENTALES DEL AMFE

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

Cliente o usuario

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

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

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

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

Producto

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

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

Seguridad de funcionamiento

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

Detectabilidad

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

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

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

Frecuencia

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

Gravedad

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

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

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

$$IPR = D.G.F$$

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

3. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

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

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

Denominación del componente e identificación

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

Parte del componente. Operación o función

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

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

Fallo o Modo de fallo

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

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

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

Efecto/s del fallo

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

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

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

Causas del modo de fallo

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

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

Ejemplo de AMFE de diseño:

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

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

Ejemplo AMFE de proceso:

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

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

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

Medidas de ensayo y control previstas

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

Gravedad

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

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

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

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

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

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

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

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

Frecuencia

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

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

La única forma de reducir el índice de frecuencia es:

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

Controles actuales

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

Detectabilidad

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

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

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

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

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

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

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

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

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

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

Acción correctora

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

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

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

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

Responsable y plazo

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

Acciones implantadas

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

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

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

plantadas que a veces puede ser que no coincidan exactamente con las propuestas inicialmente. En tales situaciones habría que recalcular el nuevo IPR para comprobar que está por debajo del nivel de actuación exigido. A modo de resumen los puntos más importantes para llevar a cabo el procedimiento de actuación de un AMFE son los descritos en la tabla 4.

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

BIBLIOGRAFÍA

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

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