

**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

**FACULTAD DE INGENIERIAS
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA**

**TESIS PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO**

TEMA:

**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA EMPRESA EXTRUPLAS S.A.”**

AUTOR:

JUAN CARLOS VALDIVIESO TORRES

DIRECTOR:

ING. MARCO AMAYA

CUENCA

2010

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis realizados en el presente trabajo. Son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cuenca, Febrero – 3 – 2010

Juan Carlos Valdivieso
C.C. 0104031398

ING. MARCO AMAYA P.

CERTIFICA:

El haber dirigido prolijamente cada uno de los capítulos desarrollados en el proyecto de tesis realizado por el estudiante Juan Carlos Valdivieso Torres, y por cumplir con los requisitos autorizo su presentación.

Cuenca, Febrero 3 del 2010

Ingeniero Marco Amaya Pinos

Director de Tesis

DEDICATORIA:

Dedico el presente trabajo con todo mi corazón a mis padres, Patricio que estado siempre a mi lado apoyándome incondicionalmente, no solo en la realización de este proyecto, sino a lo largo de toda mi vida estudiantil y a Lina, que con su amor de madre a estado siempre junto a mí, entendiéndome, dándome apoyo y fuerza en las etapas buenas y malas de mi vida

Juan Carlos

AGRADECIMIENTO:

Agradezco principalmente a Dios por darme salud y vida y además lo más preciado que tengo, mis padres.

Agradezco también de una manera muy especial al Ing. Ángel Torres, por haberme facilitado toda la información necesaria para la realización del presente proyecto.

Al Ingeniero Marco Amaya, por su incondicional ayuda prestada en el desarrollo de este trabajo y a todas las personas que colaboraron con la información necesaria. A todos mis familiares y amigos que me brindaron su apoyo y empuje para no decaer y finalizar con éxito este proyecto.

INDICE

DECLARATORIA

CERTIFICADO

DEDICATORIA

CAPITULO I – ANALISIS DE LA EMPRESA

1.1.	INTRODUCCION.....	1
1.2.	DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL.....	3
1.3.	ANALISIS DE LA EMPRESA	4
1.3.1.	ANALISIS DE ASPECTOS GENERALES.....	4
1.3.1.1.	UBICACIÓN GEOGRAFICA Y DISTRIBUCION.....	4
1.3.1.2.	POLITICA GENERAL DE LA EMPRESA.....	5
1.3.2.	ANALISIS DE ASPECTOS ORGANIZATIVOS Y PROPIOS DE LA EMPRESA.....	5
1.3.2.1.	JORNADA DE TRABAJO.....	5
1.3.2.2.	TAMAÑO DE LA EMPRESA.....	6
1.3.2.3.	TIPO DE PROCESO.....	7
1.3.2.4.	RITMO DE LA ACTIVIDAD.....	8
1.3.2.5.	GRADO DE AUTOMATIZACION.....	8
1.3.2.6.	ANTIGÜEDAD DE LA INSTALACION.....	9
1.4.	PRODUCCION DE LA EMPRESA.....	11
1.5.	LISTADO DE EQUIPOS.....	15

1.6.	ANALISIS DE LOS EQUIPOS.....	17
1.7.	HOJAS DE HISTORIAL DE FALLOS.....	36
1.8.	CONCLUSIONES.....	37

CAPITULO II – ANALISIS DE TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.1.	INTRODUCCION.....	39
2.2.	PROPOSITO DEL MANTENIMIENTO.....	40
2.3.	MODELOS DE MANTENIMIENTO.....	41
2.3.1.	MODELO CORRECTIVO.....	41
2.3.2.	MODELO CONDICIONAL.....	42
2.3.3.	MODELO SISTEMATICO.....	42
2.3.4.	MODELO DE ALTA DISPONIBILIDAD.....	43
2.4.	MANTENIMIENTO.....	44
2.4.1.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	45
2.4.2.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	45
2.4.2.1.	VENTAJAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	45
2.4.2.2.	FASES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	46
2.4.3.	MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	46
2.4.3.1.	VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	48
2.4.4.	COMPARACION DE COSTOS DE LOS 3 SISTEMAS DE MANTENIMIENTO.....	48
2.4.5.	MANTENIMIENTO PROACTIVO.....	49

2.4.6.	MANTENIMIENTO CERO HORAS. (OVERHAUL).....	51
2.4.7.	MANTENIMIENTO EN USO.....	51
2.5.	FALLAS.....	52
2.5.1.	TIPOS DE FALLAS.....	52
2.5.1.1.	FALLAS TEMPRANAS.....	52
2.5.1.2.	FALLAS ADULTAS.....	52
2.5.1.3.	FALLAS TARDIAS.....	52

CAPITULO III – PLAN DE MANTENIMIENTO

3.1.	CODIFICACION DE LOS EQUIPOS.....	53
3.2.	FICHAS TECNICAS.....	58
3.3.	HOJAS DE CONTROL DE FALLOS.....	60
3.4.	ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	63
3.5.	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	65
3.6.	HOJAS CHECK LIST.....	85
3.7.	GESTION DE LOS REPUESTOS.....	86
3.7.1.	SELECCIÓN DE LOS REPUESTOS.....	86
3.7.1.1.	PIEZAS SOMETIDAS A DESGASTE.....	87
3.7.1.2.	CONSUMIBLES.....	87
3.7.1.3.	PIEZAS MOBILES.....	89

3.7.1.4.	PIEZAS ELECTRICAS.....	90
3.7.2.	NECESIDAD DE STOCK EN PLANTA.....	90
3.8.	STOCK DE REPUESTOS.....	91

CAPITULO IV – COSTOS DE MANTENIMIENTO

4.1.	INTRODUCCION.....	93
4.1.1.	COSTOS FIJOS.....	93
4.1.2.	COSTOS VARIABLES.....	94
4.1.3.	COSTOS FINANCIEROS.....	95
4.1.4.	COSTOS DE FALLO.....	95
4.1.4.1.	EMPRESAS PRODUCTIVAS.....	96
4.1.4.2.	EMPRESAS DE SERVICIOS.....	96
4.1.5.	COSTO INTEGRAL.....	97
4.2.	COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	97

INDICE DE GRAFICOS

• FIGURA 1.1. – LÍNEAS DE PRODUCCIÓN.....	1
• FIGURA 1.2. – DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN SEMANAL.....	12
• FIGURA 1.3. – RECICLAJE DEL MATERIAL.....	13
• FIGURA 1.4. – DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE OBTENCION DE POLIETILENO.....	14
• FIGURA 1.5. – ESTRUCTURA DEL LISTADO DE EQUIPOS.....	15
• FIGURA 1.6. – DISTRIBUCION DE LA PLANTA.....	35
• FIGURA 2.1. – CONDICION DE LA MAQUINARIA.....	47
• FIGURA 2.2. – COMPARACION DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO	49
• FIGURA 2.3. – MANTENIMIENTO PROACTIVO.....	51
• FIGURA 3.1. – CODIFICACION DE LOS EQUIPOS.....	55
• FIGURA 3.2. – ORGANIGRAMA DE FUNCIONES.....	63

INDICE DE TABLAS

• TABLA 1.1. – RESUMEN DE PRODUCTOS ELABORADOS.....	2
• TABLA 1.2. – TAMAÑO DE LA EMPRESA.....	7
• TABLA 1.3. – TABLA DE RESUMEN PARA ANALISIS.....	9
• TABLA 1.4. – VALORACION DE LA EMPRESA.....	10
• TABLA 1.5. – PRODUCCION DE LA EMPRESA.....	11

• TABLA 1.6. – LISTADO DE EQUIPOS.....	16
• TABLA 1.7. – ANÁLISIS DE LOS EQUIPOS.....	18
• TABLA 1.8. – VALORACIÓN DE LA MAQUINARIA.....	34
• TABLA 1.9 – HOJAS DE CONTROL DE MANTENIMIENTO.....	36
• TABLA 2.1. – COMPARACION DE COSTOS.....	48
• TABLA 3.1 – CODIFICACION DE LOS ESQUIPOS.....	55
• TABLA 3.2 – CODIFICACION DE LOS ESQUIPOS.....	56
• TABLA 3.3 – CODIFICACION DE LA MAQUINARIA.....	57
• TABLA 3.4 – FICHA TECNICA.....	59
• TABLA 3.5 – HOJA DE HISTORIAL.....	61
• TABLA 3.6 – DIVISION DE SISTEMAS.....	62
• TABLA 3.7 – HOJA CHECK LIST.....	85
• TABLA 3.8 – PIEZAS DE RECAMBIO POR DESGASTE.....	87
• TABLA 3.9 – PIEZAS DE RECAMBIO CONSUMIBLES.....	88
• TABLA 3.10 – PIEZAS DE RECAMBIO MOVILES.....	89
• TABLA 3.11 – PIEZAS DE RECAMBIO ELECTRICAS.....	90
• TABLA 3.12 – STOCK DE REPUESTOS.....	91
• TABLA 4.1 – COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	98
• TABLA 4.2 – COSTOS DE ADQUISICION.....	101

CAPITULO 1

ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

1.1 INTRODUCCION

La fabrica Extruplas es una de las empresas que forman el grupo ADHEPLAST, esta es una empresa dedicada a la elaboración de diferentes tipos de productos de plástico, estos productos son elaborados de diferentes variedades de polietilenos.

Para la elaboración de toda esta variedad de productos existe así mismo una amplia diversidad de tipos de maquinaria, como maquinaria de inyección, de extrusión, maquinaria de calandrado, maquinas para extrusión de espuma entre otras. Por esta razón la fábrica está dividida en diferentes líneas de producción, como se muestra en la figura 1.1.

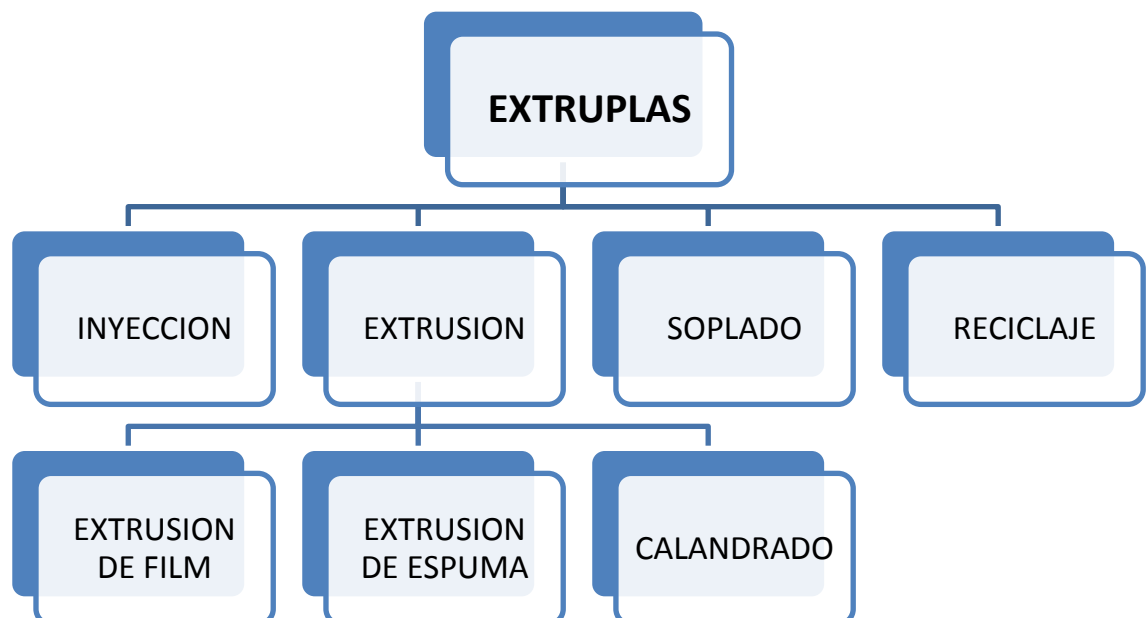


FIGURA 1.1.
LINEAS DE PRODUCCION, FUENTE: AUTOR

Como se observa en la figura 1.1., la fábrica tiene cuatro líneas de producción, y dentro del área de extrusión tenemos una sub división debido a que se hacen diferentes productos que utilizan la misma base de elaboración, pero la maquinaria varia de un proceso a otro.

A continuación se enumeran algunos de los productos que se elaboran en cada una de las diferentes líneas.

TABLA 1.1. – RESUMEN DE PRODUCTOS ELABORADOS. FUENTE: AUTOR

PRODUCTO	HDPE	LDPE	LLDPE	P.P.	PVC	PIG	PRODUCTO	HDPE	LDPE	LLDPE	PELET.	PELET.	PIG
1- INYECCION						2- EXTRUSION							
CANECAS	X					X	PLASTICO NEGRO	X	X	X			X
GALONES	X					X	PLASTICO TRANSPARENTE	X	X				
TAPAS	X					X	PLASTICO D COLOR	X	X	X			X
JALADERAS	X					X	STRECH	X	X				
CAPUCHONES					X		FUNDAS DE HDPE	X		X			X
TACOS				X		X	HOJA DE EXPANDIDO		X				
CODOS				X		X	MALLAS		X				
CONOS PARA HILO				X		X	BARRAS		X				
PATAS DE CAMA				X		X	CORDON		X				
PORTA CUBIERTOS				X		X	3- SOPLADO						
ESCURRIDORES				X		X	GOMERO T1						
TAPAS DE GOMEROS		X				X	GOMERO T2						
							LITROS						
							GALONES						

También se debe tener en cuenta que cada tipo de polietileno tiene diferentes índices de dureza, teniendo así otro tipo de polietileno más específico para la elaboración de cada producto, como lo podemos apreciar en el Anexo I, en esta se indican el nombre de cada tipo específico de polietileno, el melt index, su densidad y la aplicación de cada uno de este tipo de polietileno.

1.2 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

En el diagnostico que se va a realizar a continuación se va a recopilar información actual de la empresa, como esta está, que tipo de maquinaria posee, donde se encuentra ubicada, el tamaño de la empresa, saber si esta posee o no un departamento de mantenimiento, también si se realiza o no mantenimiento en la maquinaria, así mismo que tipo de mantenimiento se realiza en cada una. En la realización del diagnostico veremos qué líneas de producción tienen y cuál es la más importante o ya sea el caso la que más ingresos entrega a la empresa.

Para saber la ubicación física de la maquinaria en la empresa se elaboró un plano, en donde se especifica el nombre y su posición física actual. Otro de los pasos para el diagnóstico de la situación actual es el ver si la empresa posee fichas de la maquinaria o no, y si las posee se presentaran en el presente documento. También se analizará si la empresa al realizar el mantenimiento lleva un historial, y como están diseñadas estas hojas del historial de la maquinaria, a fin de ver qué tipo de información nos está entregando, si es la necesaria o hay algún dato que este faltando de incorporar en las hojas del historial.

Como cada empresa es diferente a la otra, así mismo el mantenimiento no será el mismo para cada empresa, variará de una a otra, por esta razón se realizará el análisis de la empresa, para saber con qué tipo de empresa estamos trabajando, haciendo así que el diseño del plan de mantenimiento que se realice sea el más apropiado para la misma.

1.3 ANANLISIS DE LA EMPRESA

En el análisis de la empresa tenemos que tener en cuenta aspectos diferentes, ya que cada empresa es diferente una de la otra, en aspectos como su ubicación geográfica, el tamaño de la empresa, la antigüedad de la instalación, la automatización de la empresa, etc.

Podemos establecer tres tipos de análisis para la empresa. El primero analizará la empresa desde el punto de vista del entorno y de su política o cultura general. El segundo lo hará sobre aspectos intrínsecos de la organización de la producción. Y por último se establecerá un análisis completo de la instalación a mantener y sus posibles averías.

1.3.1 ANÁLISIS DE ASPECTOS GENERALES

A continuación los aspectos que pueden afectar al mantenimiento, dentro de estos aspectos generales tenemos:

1.3.1.1. Ubicación geográfica y Distribución

La ubicación geográfica es muy importante para la empresa, ya que si esta se encuentra en una buena ubicación será fácil el acceso a los diferentes tipos de servicios, como talleres, en el caso de tener que realizar importaciones o exportaciones, se necesitara de la aduana, de sistemas de comunicación, entre otros. Esto será fácil si el emplazamiento de la empresa está dentro de un parque industrial o cerca de este.

Por otro lado, si la empresa se encuentra ubicada lejos de un parque industrial, a las afueras de la ciudad, el acceso a talleres, a almacenes de repuestos de recambio, entre otros será mucho más complicado, haciendo que se pierda tiempo muy necesario; lo que se traducirá en pérdida de dinero.

“Un análisis de este tipo trata de identificar tanto las oportunidades de medios y recursos que rodean la empresa como los posibles problemas con que podemos encontrarnos”¹

En nuestro caso la empresa se encuentra ubicada en la calle Miguel Narváez y Octavio Chacón, junto al salón de exposiciones de COLINEAL.

1.3.1.2. POLITICA GENERAL DE LA EMPRESA

La política de la empresa en lo que se refiere a mantenimiento, no es la mejor, ya que el 95% del mantenimiento que se realiza es correctivo, de tal manera que el mantenimiento preventivo es casi nulo. Por otra parte la importancia del mantenimiento no es la que se necesita, haciendo incluso que el mantenimiento quede relegado a un segundo plano.

1.3.2. ANÁLISIS DE ASPECTOS ORGANIZATIVOS Y PROPIOS DE LA EMPRESA

Así mismo, dentro de estos aspectos que son propios de cada empresa tenemos:

1.3.2.1. JORNADA DE TRABAJO

La jornada de trabajo es un elemento muy importante dentro de la empresa, podemos tener jornadas de trabajo a un turno, a dos turnos y a tres turnos. La importancia en la jornada de trabajo radica en que si tenemos una empresa que trabaja a una sola jornada, digamos ocho horas al día, y se produce una avería en alguna de las máquinas se puede recuperar la producción perdida alargando la jornada de trabajo en los días siguientes, así la pérdida de la empresa será mínima o nula.

¹ NAVARRO EOLA, Luis, *Gestión integral de mantenimiento*, Pág. 55

Por otra parte en las empresas que trabajan a dos o tres jornadas, es decir las veinte y cuatro horas del día, en el caso de que una de sus maquinas sufra un daño la pérdida será mucho mayor, ya que el personal que trabaja en esa máquina en la siguiente jornada no podrá trabajar, y la producción no se podrá recuperar tan fácilmente como en la de una sola jornada, debido a que al trabajar en doble jornada no se puede alargar la misma, lo que se obtendrá es un atraso en la producción, lo que causa un descontento con el cliente.

Todo esto hace que la disponibilidad en una empresa que trabaja a dos o tres turnos tenga que ser del 100%, para obtener esta disponibilidad se tendrá que hacer mantenimiento preventivo y predictivo.

En nuestra empresa la jornada de trabajo es de doce horas a dos turnos, durante los siete días de la semana.

1.3.2.2. TAMAÑO DE LA EMPRESA

El tamaño de la empresa se puede expresar por el número de personas que tenga trabajando, esto nos dará una idea del tamaño de las instalaciones, así mismo los recursos asignados al mantenimiento irán en proporción al tamaño que tenga está. “Un fallo en una máquina afectará a más personas en una empresa grande que en otra pequeña. Los costes de mantenimiento serán, por tanto, mayores”.²

El valorar el tamaño de una empresa no es nada fácil, pero para nuestro caso podemos ayudarnos de la tabla que se presenta a continuación, que es una forma fácil y rápida.

²NAVARRO EOLA, Luis, *Gestión Integral de mantenimiento*, pág. 57

TABLA 1.2. – TAMAÑO DE LA EMPRESA. FUENTE: CURSO SUPERIOR DE MANTENIMIENTO/ LEZANA GARCIA.

TAMAÑO	CANTIDAD DE TRABAJADORES
GRANDE	Más de 500 empleados
MEDIANA	Entre 50 y 500 empleados
PEQUEÑA	Menos de 50 empleados

Utilizando la Tabla 1.2., para calificar a nuestra empresa, esta cae en el rango de 50 a 500 empleados, considerándose como una empresa mediana.

1.3.2.3. TIPO DE PROCESO

Con el tipo de proceso se puede diferenciar, entre diferentes tipos, pueden ser continuos, en serie o por lotes.

Dentro de los procesos continuos tenemos como un ejemplo a los procesos químicos. En este tipo de procesos la disponibilidad de las instalaciones es muy importante salvo que se cuente con almacenes intermedios. Al ser el proceso continuo, la calidad de los productos es muy importante ya que si tenemos un fallo en la calidad por un mal mantenimiento en la maquinaria afectará directamente a un gran volumen de productos.

En los procesos en serie tenemos como ejemplo tenemos las cadenas de montaje, aquí será el mantenimiento mucho más estricto, ya que se necesitara un nivel de fiabilidad muy alta debido a que sí tenemos el daño en una de las máquinas de la línea, esta obligará a la detención obligatoria de toda la línea de producción con sus consiguientes pérdidas en tiempo de trabajo y económicas.

Y en los procesos en serie o por lotes tenemos las empresas con multitud de productos o con una gran variedad de elaboración de productos. Este tipo de empresas se caracterizan generalmente por un grado alto de automatización en su maquinaria o en su proceso, este tipo de empresas generalmente trabajan bajo pedido y si se tiene un fallo, la fecha de entrega de los productos no se cumplirá, esto repercutirá en la imagen de la empresa.

1.3.2.4. RITMO DE LA ACTIVIDAD

Dentro del ritmo de la actividad tenemos la actividad permanente o la estacional. La actividad permanente de la empresa se da cuando esta no depende de un periodo específico del año para su producción o ventas, y por otro lado la actividad estacional es aquella que como su nombre lo dice depende propiamente de un periodo específico del año, como ejemplo podemos tener a las empresas que venden juguetes.

El ritmo de la actividad de nuestra empresa en estudio es permanente.

1.3.2.5 GRADO DE AUTOMATIZACIÓN

El grado de automatización de la empresa se puede clasificar en tres grupos:

- Alto: los procesos están automatizados casi en su totalidad
- Medio: el porcentaje de automatización y manual son parecidos
- Bajo: el grado de automatización es casi nulo.

Mientras más alto sea el grado de automatización en la empresa mejor será el mantenimiento que se hará, sus recursos serán mayores ya que se necesita personal con mayor conocimiento o especialización para el trabajo a realizarse.

1.3.2.6. ANTIGÜEDAD DE LA INSTALACIÓN

La antigüedad de la instalación se da por una evaluación de la misma. En función del ritmo de producción y del tiempo que lleve funcionando, podemos encontrarnos con instalaciones que se encuentren en la infancia, en su vida útil o en su vejez.

Esto es muy útil al momento de determinar qué tipo de mantenimiento necesitará la empresa, ya que una empresa que se encuentre en la infancia no necesitará el mismo mantenimiento que el de una empresa que está ya en la vejez.

En la tabla 1.3., que se presenta a continuación se relacionan todos los aspectos que se analizaron anteriormente, con esta tabla se valorizara cada uno de estos aspectos para calificar a la empresa, y ver si esta necesita o no de la implantación de un mantenimiento preventivo.

TABLA 1.3. – TABLA DE RESUMEN PARA ANALISIS. FUENTE: GESTION INTEGRAL DE MANTENIMIENTO/ LUIS NAVARRO EOLA.

Tipo de Jornada	Tamaño de la empresa	Tipo de proceso	Ritmo de actividad	Grado de automatización	de Inversión Equipos	Puntos
3 Turnos	Grande	Continuo	Permanente	Alto	> \$800000	10
2 Turnos	Medio	Serie	Estacional	Medio	\$200000 a \$800000	5
1 Turno	Pequeña	Lotes		Bajo	< \$200000	1

Para cada uno de los puntos analizados se valoraran con tres puntajes diferentes, 1, 5, 10, al dar una calificación a cada uno de los aspectos obtendremos una valoración final. Al analizar este resultado se podrá definir grupos claramente definidos. Si la empresa obtiene de 31 a 60 puntos podemos decir que la empresa necesita que se aplique en las instalaciones el mantenimiento preventivo. Si se obtiene el resultado entre el rango de 26 a 30 puntos serán empresas que necesitaran de un análisis más detallado de su maquinaria para definir si el mantenimiento preventivo

es el más adecuado para la empresa. Si tenemos una empresa con una puntuación menor a 25 podemos decir que esta no necesita de la aplicación de mantenimiento preventivo en su línea de producción.

En la tabal 1.4. que se presenta continuación se realiza la valoración de la empresa “EXTRUPLAS S.A.”

TABLA 1.4. – VALORACION DE LA EMPRESA. FUENTE: AUTOR

PUNTAJE		
10	Tipo de Jornada	3 Turnos
5	Tamaño de la Empresa	Media
5	Tipo de Proceso	Serie
10	Ritmo de la Actividad	Permanente
5	Grado de Automatización	Medio
10	Inversión en los Equipos	> \$800000
<u>45</u>	TOTAL	

“Desde luego no es un método exacto pero sirve como base para poder plantear nuestro tipo de empresa”³

Una vez que se ha terminado la valoración de la empresa necesita, continuaremos con el análisis de la producción de la empresa, lo que vamos a determinar es la línea de producción más importante que esta tenga, a fin de enfocar el plan de mantenimiento para esta línea de producción, que como ya se menciona será la más importante y por consiguiente la línea que mayor cantidad de ventas o ganancias producirá.

³ NAVARRO EOLA, Luis, *Gestión integral de mantenimiento*, pág. 59

1.4 PRODUCCION DE LA EMPRESA

Como se menciona en la introducción, la empresa cuenta con diferentes líneas de producción, las cuales sumadas dan una producción semanal de sesenta y cinco toneladas métricas en productos. En la Tabla 1.5. que se muestra a continuación se observa la producción de cada una de las secciones.

TABLA 1.5. – PRODUCCION DE LA EMPRESA. FUENTE: AUTOR

Secciones	Producción (Ton/semana)	% que representa
Expandido	20	30,77
Extrusión de plástico	18	27,69
Extrusión de Mangueras	7	10,77
Inyección	15	23,08
Soplado	5	7,69
TOTAL	65	100

En la Figura 1.2., que se muestra a continuación se presentan estos mismos resultados pero de manera gráfica.

DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION SEMANAL

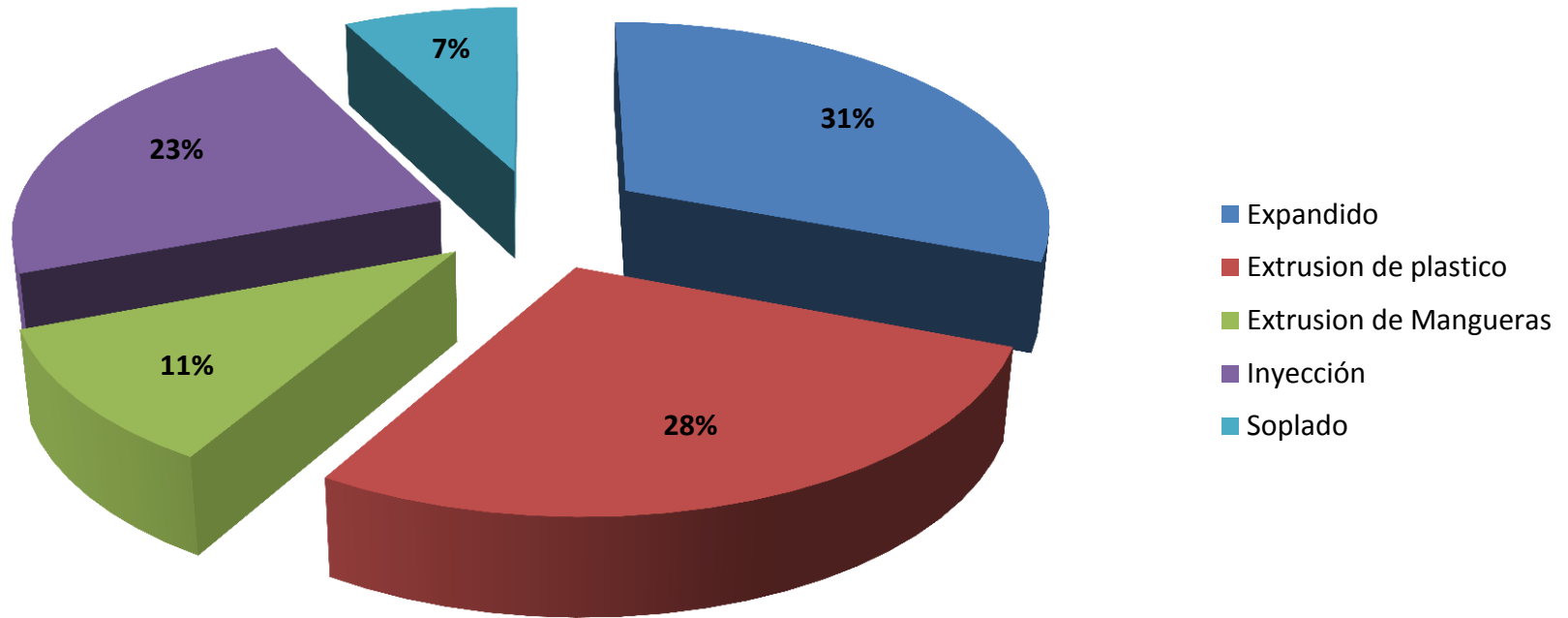


FIGURA 1.2.
DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCION SEMANAL. FUENTE: AUTOR

Como podemos observar en la Figura 1.2., que se muestra en la hoja anterior, la sección que mas produce es la de elaboración de polietileno expandido, con un volumen de veinte toneladas por semana que representa el 31% de la producción. Esta sección tiene tres máquinas que elaboran los diferentes tipos de productos de polietileno expandido como láminas, cordones, mallas etc., gran cantidad de estos productos son exportados a países como Colombia o Perú, de ahí la importancia de que las máquinas funcionen a su nivel óptimo, con la finalidad de obtener un producto de una buena calidad.

La empresa cuenta con un área de reciclado, donde se toman todos los desperdicios y recortes que producen todas las líneas, aquí se reciclan estos desperdicios y plástico que se compra a terceros, solo en peletizado que se produce en la empresa es un total de 6,5 ton/semana, esto equivale al 10% de la producción, es un porcentaje considerable, ya que a nivel económico es un gran ahorro.

En la Figura 1.3. se muestra el ciclo de reciclaje del polietileno en la empresa.

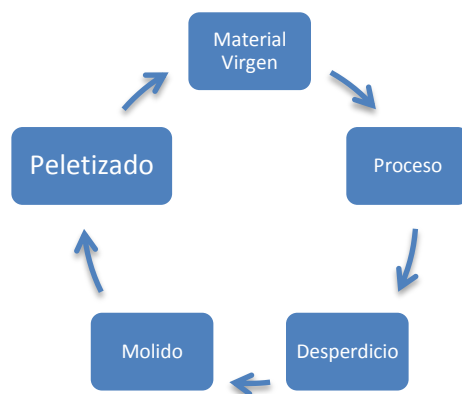


FIGURA 1.3.
RECICLAJE DEL MATERIAL. FUENTE: AUTOR

A continuación, en la Figura 1.4, se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción más importante para la empresa, se dice esto ya que esta sección es la que más ganancias produce para la empresa, como ya se vio en la distribución de la producción de la empresa (Tabla 1.5), esta línea tiene el 31% del volumen semanal de ventas de la empresa, haciéndola como ya se dijo la más importante, otra de las razones de la importancia de esta línea es que la calidad del producto tiene una relación directa con la maquinaria.

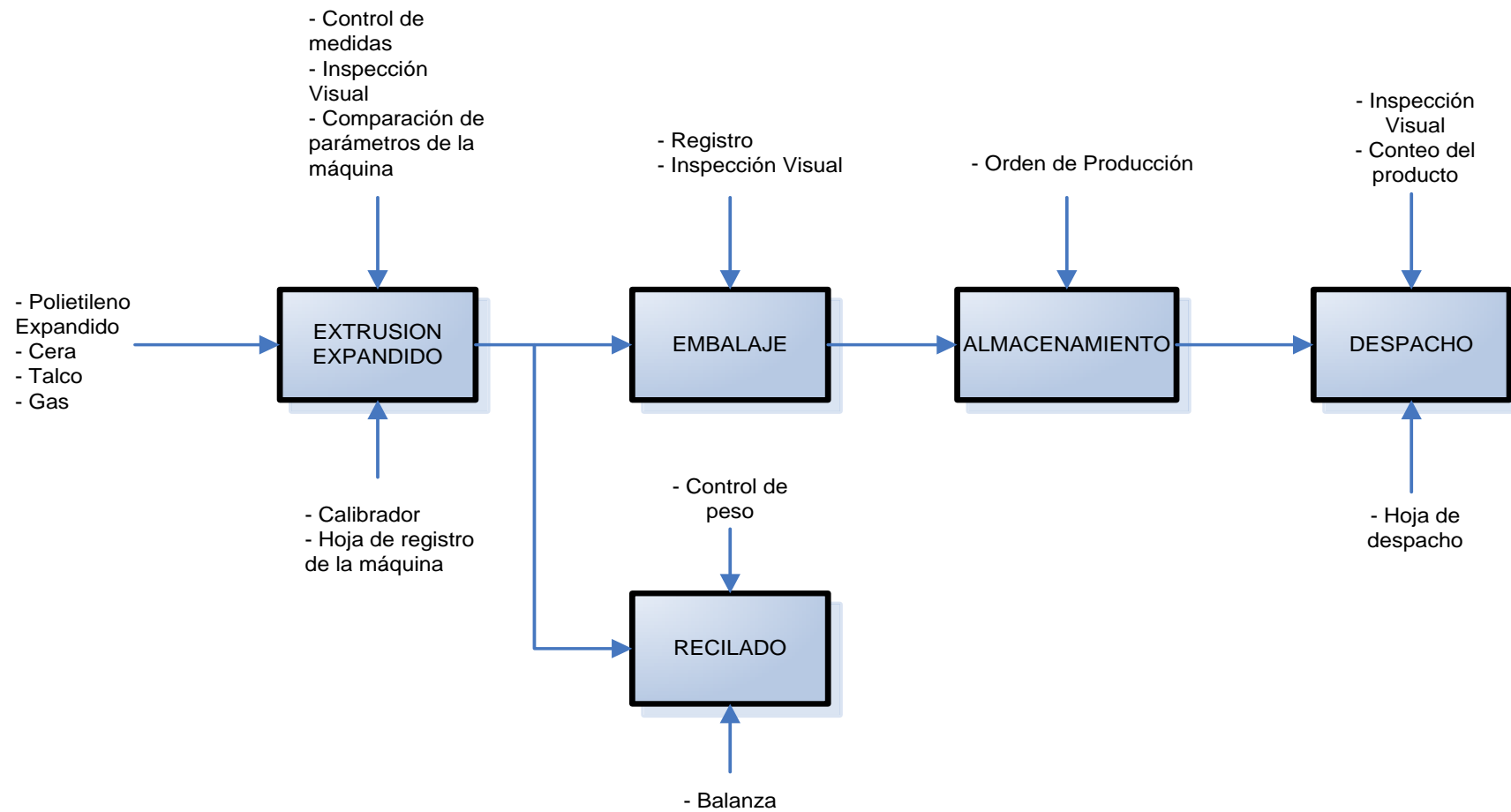


FIGURA 1.4.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE POLIETILENO EXPANDIDO. FUENTE: AUTOR

1.5. LISTADO DE EQUIPOS

Una vez realizado el análisis de la empresa lo siguiente es realizar el listado de cada uno de los equipos para posteriormente realizar el análisis de cada uno de los mismos, pero para que este listado sea realmente útil y no una simple lista se debe realizar una estructura arbórea, donde se establezcan los niveles de dependencia entre uno y otro.

En una planta industrial podemos distinguir los siguientes niveles, a la hora de elaborar esta estructura arbórea como se muestra en la Figura 1.5.⁴



FIGURA 1.5.
ESTRUCTURA DEL LISTADO DE EQUIPOS. FUENTE: ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE
MANTENIMIENTO

Como sabemos una empresa puede tener una o más plantas de producción para la elaboración de sus productos, y estas plantas de producción a su vez pueden estar divididas en zonas o áreas de trabajo, y a su vez las áreas contienen diferentes equipos y estos a su vez están conformados por varios sistemas, y así se completa el árbol.

Ahora, antes de continuar con la elaboración del listado de la maquinaria se va a determinar que se entiende por cada uno de estos términos que se mencionaron en el árbol.

⁴ GARCIA GARRIDO, Santiago, *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*, pág. 8

En nuestro caso, en la tabla 1.6. Vamos a elaborar la lista de los equipos solo hasta el nivel tres, algo simple pero lo suficientemente útil por el momento, dadas las condiciones de mantenimiento que existen en la empresa.

TABLA 1.6. – LISTADO DE EQUIPOS. FUENTE: AUTOR

PLANTA (Nivel 1)	ÁREA (Nivel 2)	EQUIPO (Nivel 3)
EXTRUPLAS	INYECCION	SM 650
		SM 350 – 2
		SM 250
		PRESMA A
		PRESMA B
		PRESMA C
		SM 120 – 1
		SM 120 – 2
		SM 350 – 1
		SM 350 – 3
		SM 90 – 1
		SM 90 – 2
	SOPLADO	SOP – 4
		SOP – 3
		SOP – 1
		SOP – 2
	EXTRUSION	EXT POL – 1
		EXT POL – 2
		EXT POL – 3
		EXT MNG – 2
		EXT MNG – 1
		EXT EXP – 1
		EXT EXP – 2
		EXT EXP – 3
	GENERAL	COMPRESOR
		SISTEMA CONTRA INCENDIOS
		MOLINO
		REMACHADORA

1.6. ANÁLISIS DE LOS EQUIPOS

Ahora se procederá a realizar el último de los análisis, que es el análisis de la maquinaria perteneciente a la empresa. Cada equipo es diferente y ocupa una posición diferente en la línea de producción, y por esta razón ningún equipo podrá necesitar tareas independientes. Con este análisis “podemos establecer comparaciones entre los diferentes equipos con objeto de cuantificar la importancia de cada uno de ellos respecto de la instalación.”⁵

Para el análisis de los equipos se realizará un proceso donde estos se evaluarán sobre cinco aspectos diferentes, y al revisar los puntajes que se obtienen de cada una de las máquinas se tendrá la valoración del equipo.

El primer punto a considerar es la producción, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Tasa de utilización del equipo
- Si la empresa cuenta con equipos duplicados
- Cuál es la influencia que existe en la línea de producción

El siguiente punto a tener en cuenta es la calidad que se tiene, dentro de este aspecto tenemos dos factores a considerar:

- Pérdidas mensuales de producto por no cumplir los mínimos requerimientos de calidad
- La influencia del equipo en la calidad del producto.

Desde el punto de vista del mantenimiento se consideraran tres factores:

- La frecuencia de las averías
- El número de horas de parada por averías al mes
- El grado de especialización del equipo

⁵ NAVARRO EOLA, Luis, *Gestión Integral de Mantenimiento*, Pág. 59

Y por último se tendrá en cuenta la influencia que tiene el equipo en aspectos que son importantes también como el medio ambiente y la seguridad del equipo.

Todos los aspectos que se mencionaron anteriormente se encuentran valorados en la tabla 1.7. que se muestra a continuación, con esta se realizará la valoración a los equipos. Cabe recalcar que los valores que se muestran en la tabla 1.7. de valoración podrán ser modificados para cada caso específico de empresa, a fin de adaptar estos valores a un caso concreto de empresa, como la que está en estudio, no es igual una empresa de plásticos o una empresa de elaboración de telas o de pinturas, son completamente distintas.

TABLA 1.7. – ANÁLISIS DE LOS EQUIPOS. FUENTE: AUTOR

ITEM \ VALOR	5	4	2	1
Tasa de marcha		> 80 %	50 – 80 %	< 50 %
Instalación Auxiliar	Sin disponibilidad	Recurso otra fabrica	Recurso a Stock	Equipo Duplicado
Influencia en el resto de la Instalación	Sobre toda la instalación	Influencia Importante	Influencia relativa	Paro del equipo
Coste de Mantenimiento		> \$1000	\$500 - \$1000	< \$500
Número de horas de paro por fallo		> 3 horas	1 – 3 horas	< 1 hora
Grado de especialización		Especialista	Normal	Sin Especialidad
Pérdidas/mes por producto de baja calidad		> \$ 2500	\$1000 - \$2500	< \$1000
Influencia en la calidad del producto final	Decisiva	Importante	Sensible	Nula
Influencia de la avería sobre la seguridad	Riesgo mortal	Riesgo para la instalación	Influencia relativa	Sin influencia

Al momento de realizar la valoración del equipo utilizando la tabla 1.7. vamos a obtener un puntaje, este puntaje se lo analizara de la siguiente manera, los equipos que obtengan más de 30 puntos en el total de la valoración serán muy importantes para la empresa, por esta razón serán considerados de prioridad uno, si la sumatoria va de 20 a 29 puntos serán menos importantes, estos serán considerados de prioridad dos, si después del análisis su total va de 10 a 19 serán considerados de prioridad tres, y los que obtengan un total menos a 10 serán considerados de prioridad cuatro.

En el paso siguiente se realizará el análisis de cada una de las máquinas de la empresa para saber qué tipo de prioridad se establecerá para cada uno de ellos a fin de determinar más exactamente qué tipo de mantenimiento es el más idóneo para cada una de las máquinas, ya que como yase menciono anteriormente un típico específico de mantenimiento no se realizara para toda la planta o a todas las empresas.

A continuación se realiza el análisis de los equipos de la planta.

1. INYECTORA SM 650

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	4
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	4
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
TOTAL	33

2. INYECTORA SM 350 - 1

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	1
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
TOTAL	25

3. INYECTORA SM 350 – 2

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	4
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
TOTAL	31

4. INYECTORA SM 350 – 3

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	1
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
TOTAL	25

5. INYECTORA SM 250

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	4
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
TOTAL	28

6. INYECTORA SM 120 - 1

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	2
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
TOTAL	26

7. INYECTORA SM 120 – 2

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	2
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
TOTAL	26

8. INYECTORA SM 90 – 1

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	1
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
TOTAL	25

9. INYECTORA SM 90 – 2

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	1
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
TOTAL	25

10. INYECTORA PRESMA – A

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	1
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	4
TOTAL	27

11. INYECTORA PRESMA – B

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	1
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	4
TOTAL	27

12. INYECTORA PRESMA – C

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	1
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	4
TOTAL	27

13. EXTRUSORA DE POLIETILENO – 1

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	4
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
TOTAL	31

14. EXTRUSORA DE POLIETILENO – 2

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	4
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	4
TOTAL	30

15. EXTRUSORA DE POLIETILENO – 3

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	3
TOTAL	30

16. SOPLADORA DE POLIETILENO – 1

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	2
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	1
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	3
TOTAL	26

17. SOLPADORA DE POLIETILENO – 2

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	1
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	3
TOTAL	26

18. SOPLADORA DE POLIETILENO – 3

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	4
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	3
TOTAL	29

19. SOPLADORA DE POLIETILENO – 4

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	3
TOTAL	30

20. CORTADORA DE FUNDAS – 1

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	4
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	4
TOTAL	33

21. CORTADORA DE FUNDAS – 2

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	2
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	4
TOTAL	29

22. EXTRUSORA DE MANGUERA – 1

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	4
Influencia en el resto de la instalación	4
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	3
TOTAL	28

23. EXTRUSORA DE MANGUERA – 2

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	2
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	3
TOTAL	30

24. REMACHADORA

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	1
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	2
Coste de mantenimiento	1
Número de horas de paro por fallo	1
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	1
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
TOTAL	20

25. EXTRUSORA DE POLIETILENO EXPANDIDO – 1

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	2
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	4
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	5
TOTAL	31

26. EXTRUSORA DE POLIETILENO EXPANDIDO – 2

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	2
Instalación Auxiliar	4
Influencia en el resto de la instalación	4
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	4
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	2
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	5
TOTAL	30

27. EXTRUSORA DE POLIETILENO EXPANDIDO – 3

FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	4
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	2
Número de horas de paro por fallo	4
Grado de especialización	2
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	1
Influencia en la calidad del producto final	5
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	4
TOTAL	31

28. COMPRESOR DE TORNILLOS


FACTOR	PUNTUACION
Tasa de marcha	4
Instalación Auxiliar	5
Influencia en el resto de la instalación	5
Coste de mantenimiento	4
Número de horas de paro por fallo	4
Grado de especialización	4
Pérdidas/mes de producto x baja calidad	1
Influencia en la calidad del producto final	2
Influencia de la avería sobre la seguridad o el medio ambiente	2
TOTAL	31

A continuación en la tabla 1.8 se presenta el resumen de la valoración de la maquinaria de la empresa EXTRUPLAS S.A., con esta valoración se tiene las prioridades al momento del realizar el mantenimiento de la maquinaria, que maquina es más crítica que otra en la línea de producción.


TABLA 1.8. – VALORACIÓN DE LA MAQUINARIA. FUENTE: AUTOR

MAQUINA	PUNTAJE	PRIORIDAD
Inyectora SM 650	33	Prioridad 1
Cortadora de Fundas - 1	33	Prioridad 1
Inyectora SM 350-2	31	Prioridad 1
Extrusora de Polietileno - 1	31	Prioridad 1
Compresor de Tornillos	31	Prioridad 1
Extrusora de Polietileno Expandido - 1	31	Prioridad 1
Extrusora de Polietileno Expandido - 3	31	Prioridad 1
Extrusora de Polietileno Expandido - 2	30	Prioridad 1
Extrusora de Polietileno - 2	30	Prioridad 1
Extrusora de Polietileno - 3	30	Prioridad 1
Sopladora - 4	30	Prioridad 1
Extrusora de Manguera - 2	30	Prioridad 1
Sopladora - 3	29	Prioridad 2
Cortadora de Fundas – 2	29	Prioridad 2
Inyectora SM 250	28	Prioridad 2
Extrusora de Manguera - 1	28	Prioridad 2
Inyectora PRESMA – A	27	Prioridad 2
Inyectora PRESMA – B	27	Prioridad 2
Inyectora PRESMA – C	27	Prioridad 2
Inyectora SM 120-1	26	Prioridad 2
Inyectora SM 120-2	26	Prioridad 2
Sopladora - 1	26	Prioridad 2
Sopladora - 2	26	Prioridad 2
Inyectora SM 350-1	25	Prioridad 2
Inyectora SM 350-3	25	Prioridad 2
Inyectora SM 90-1	25	Prioridad 2
Inyectora SM 90-2	25	Prioridad 2
REMACHADORA	20	Prioridad 2

En la Figura 1.6., que está a continuación se muestra la distribución de cada uno de los equipos de la fábrica, así se podrá tener una mejor idea de donde está ubicada cada una de las máquinas, a fin de que una persona nueva en la empresa pueda ubicarse de una manera fácil en esta.



DISTRIBUCION DE LA
EMPRESA
EXTRUPLAS S.A.



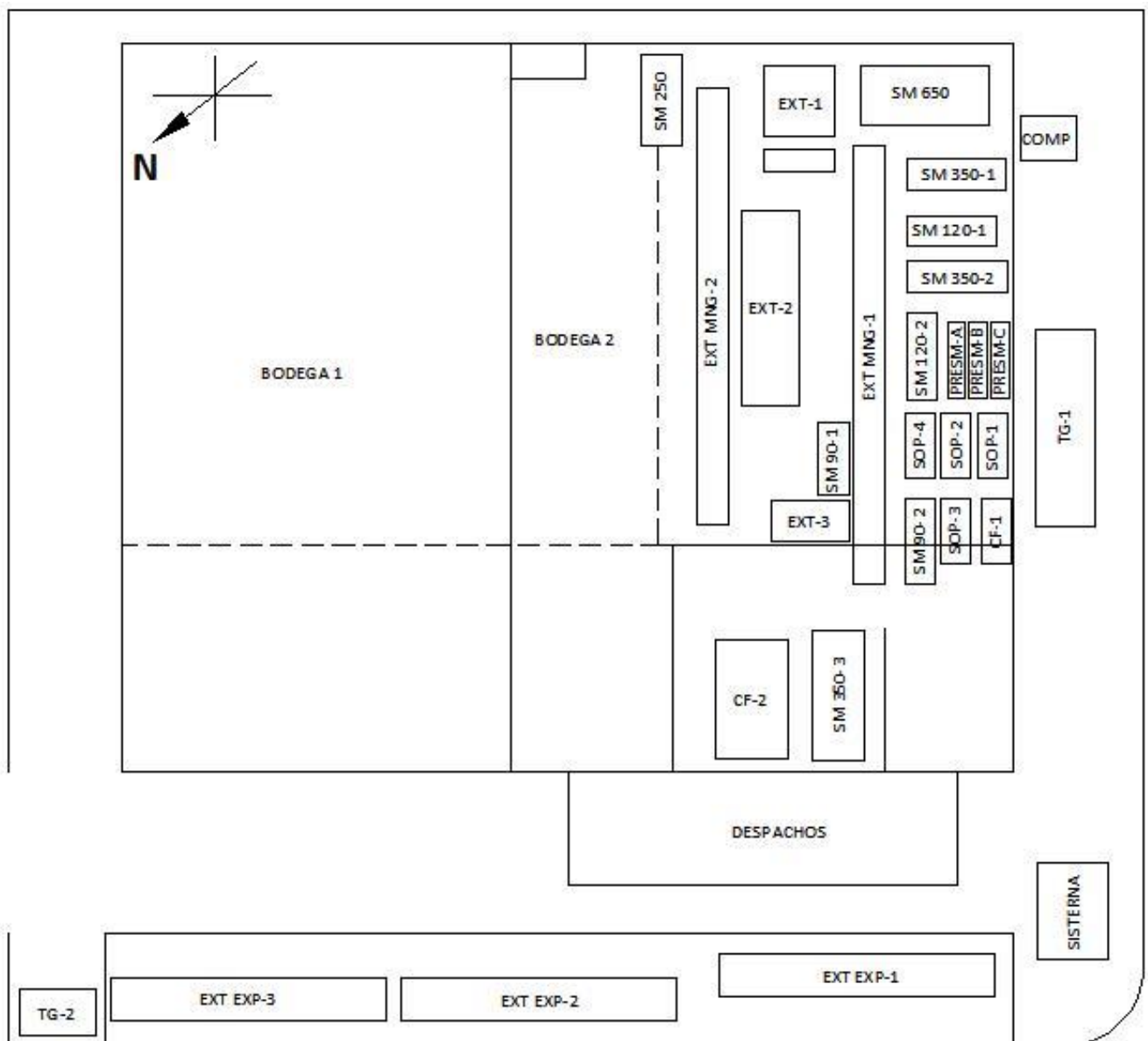


FIGURA 1.6.
DISTRIBUCION DE LA PLANTA. FUENTE: AUTOR

1.7. HOJAS DE HISTORIAL DE FALLOS

A continuación en la Tabla 1.9 se presenta el modelo de las hojas de historial que se posee en la empresa, con este modelo de hojas se lleva el historial de la empresa, o se trata de realizar esto, ya que al no estar estas hojas de registro a la mano de los supervisores y mecánico muchas tareas de mantenimiento no se registran en estas hojas.

TABLA 1.9 – HOJAS DE CONTROL DE MANTENIMIENTO. FUENTE: EXTRUPLAS S.A.

CONTROL DE MANTENIMIENTO

MAQUINA: _____ MARCA: _____ FECHA: _____

PARTE REVISADA	HORA	TRABAJO REALIZADO	OBSERVACIONES	FIRMA

1.8. CONCLUSIONES

- Como conclusión del análisis de la empresa podemos decir, que se encuentra muy bien ubicada, teniendo facilidad para el acceso y la distribución de sus productos; además para la realización de mantenimiento en la maquinaria la ubicación es muy buena, ya que la mecánica de la empresa se encuentra a una cuadra de esta, haciendo que sea de fácil la reparación de componentes dañados.
- Como otra de las conclusiones a las que se pudo llegar realizando el análisis de la situación actual es que la empresa necesita realizar mantenimiento preventivo en su maquinaria, ya que la empresa trabaja a doble jornada los siete días de la semana durante 360 días del año, haciendo que esta necesite de una alta disponibilidad en sus equipos.
- Una vez que se termino de realizar el análisis de la empresa se hizo el análisis de la producción, en el cual se determino que la línea de producción más importante de la empresa es la de expandido, la cual representa el 31% de la producción semanal. Haciendo que esta línea sea importante, por esta razón se enfocará el plan de mantenimiento en esta línea de producción.
- Después del análisis, en lo que se refiere al mantenimiento que se realiza en la empresa, se ha llegado a la conclusión de que en esta no se realiza mantenimiento preventivo, como se debería, sino todo lo contrario, en un 90% se realiza mantenimiento correctivo.

Posterior al análisis también se llego a la conclusión de que las hojas de control de mantenimiento que posee la empresa no están bien estructuradas, y la manera en la que estas se manejan no es la correcta, necesitando que se rediseñen y estén al alcance del personal que realiza las labores de mantenimiento para que se registre las labores realizadas.

Lo que se pretende realizar con la elaboración de este proyecto es un plan de mantenimiento preventivo piloto para una sección específica de la empresa, ya que la implementación de un departamento de mantenimiento es una labor mucho más complicada, dada la característica de la empresa y su política de funcionamiento.

- Después del análisis se concluyó que la empresa no cuenta con fichas técnicas con la descripción elemental de la maquinaria que posee la empresa, haciendo que información muchas veces importante no se tenga a la mano.
- También se llegó a la conclusión que en la empresa no hay un personal designado para las labores de mantenimiento, mucho menos un departamento de mantenimiento, necesitando que se elabore un organigrama con las funciones del personal para el mantenimiento.
- En el Anexo II, se presenta los datos recogidos por la empresa, datos que se utilizarán posteriormente para ayudar a la elaboración del plan piloto de mantenimiento para la sección específica de la empresa.

ANÁLISIS DE TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.1. INTRODUCCION

Una vez realizado el análisis de la situación actual de la empresa en el capítulo anterior, se va a continuar con el siguiente capítulo que es el análisis de las alternativas de mantenimiento. En este capítulo se va a realizar un análisis teórico del mantenimiento a fin de saber cuál es la filosofía de mantenimiento más idónea para la empresa, a fin de poder obtener la más alta fiabilidad de la maquinaria que compone la empresa.

Para nadie es un secreto la exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa en mucho nuestra capacidad de respuesta. En este panorama estamos inmersos y vale la pena considerar algunas posibilidades que siempre han estado pero ahora cobran mayor relevancia.

Particularmente, la imperativa necesidad de redimensionar la empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados.

Debido a que las ganancias se obtenían de la venta de productos estas se invertían solo en la línea de producción. El mantenimiento fue “un problema” que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

Esta realidad ha volcado la atención sobre un área relegada: el mantenimiento. Ahora bien, ¿cuál es la participación del mantenimiento en el éxito o fracaso de una empresa? Por estudios comprobados se sabe que incide en:

- Costos de producción.
- Calidad del producto servicio.
- Capacidad operacional (aspecto relevante dado el ligamen entre competitividad y por citar solo un ejemplo, el cumplimiento de plazos de entrega).
- Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado: por ejemplo, al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio.
- Seguridad e higiene industrial, y muy ligado a esto.
- Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.
- Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

2.2. Propósito del Mantenimiento

Es el medio que tiene toda empresa para conservar operable con el debido grado de eficiencia y eficacia su activo fijo. Engloba al conjunto de actividades necesarias para:

- mantener una instalación o equipo en funcionamiento,
- restablecer el funcionamiento del equipo en condiciones predeterminadas.

El mantenimiento incide, por lo tanto, en la cantidad y calidad de la producción.

En efecto, la cantidad de producción a un nivel de calidad dado está determinada por la capacidad instalada de producción y por su disponibilidad, entendiéndose por tal al cociente del tiempo efectivo de producción entre la suma de éste y el tiempo de parada por mantenimiento.

2.3. MODELOS DE MANTENIMIENTO

Cada uno de los modelos que se exponen a continuación incluye varios de los tipos de mantenimiento que hay, en la proporción que se indica. Además, todos ellos incluyen dos actividades: inspecciones visuales y lubricación. Esto es así porque está demostrado que la realización de estas dos tareas en cualquier equipo es rentable; incluso en el modelo más sencillo (Modelo Correctivo), en el que prácticamente abandonamos el equipo a su suerte y no nos ocupamos de él hasta que nos se produce una avería.

La inspección nos permitirá detectar averías de manera precoz, y su resolución generalmente será más barata cuanto antes detectemos el problema.

Hecha esta puntualización, podemos definir ya los diversos modelos de mantenimiento posibles.

2.3.1. MODELO CORRECTIVO

Este modelo es el más básico, e incluye además de las inspecciones visuales y la lubricación mencionadas anteriormente, la reparación de averías que surjan. Es aplicable a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema.

MODELO CORRECTIVO⁶
<ul style="list-style-type: none">• Inspecciones Visuales• Lubricación• Reparación de averías

⁶ GARCIA GARRIDO, Santiago, *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*, pág. 20

2.3.2. MODELO CONDICIONAL

Incluye las actividades del modelo anterior, y además, la realización de una serie de pruebas o ensayos, que condicionarán una actuación posterior. Si tras las pruebas descubrimos una anomalía, se programará una intervención; si por el contrario, todo es correcto, no se actuará en el equipo.

MODELO CONDICIONAL⁷
<ul style="list-style-type: none">• Inspecciones Visuales• Lubricación• Reparación de averías• Mantenimiento Condicional

2.3.3. MODELO SISTEMATICO

Este modelo incluye un conjunto de tareas que realizaremos sin importarnos cuál es la condición del equipo; realizaremos, además algunas mediciones y pruebas para decidir si realizamos otras tareas de mayor envergadura; y por último, se resolverá las averías que surjan. Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos. Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por qué tener todas sus tareas con una periodicidad fija. Simplemente, un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos sobre los que se trabaja.

⁷ GARCIA GARRIDO, Santiago, *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*, pág. 20

Es la principal diferencia con los dos modelos anteriores, en los que para realizar una tarea debe presentarse algún síntoma de fallo.

MODELO SISTEMATICO⁸
<ul style="list-style-type: none">• Inspecciones Visuales• Lubricación• Reparación de averías• Mantenimiento Condicional• Mantenimiento preventivo sistemático

2.3.4. MODELO DE ALTA DISPONIBILIDAD

Es el modelo más exigente de todos. Se aplica en aquellos equipos que no pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige niveles de disponibilidad tan altos como del 90%. La razón de un nivel alto de disponibilidad es en general el alto coste en producción que tiene una avería.

Con una exigencia tan alta, no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático). Para mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo que nos permitan conocer el estado del equipo con él en marcha, y a paradas programadas, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia generalmente anual o superior. En esta revisión se sustituyen, en general, todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año (piezas con una vida inferior a dos años).

En este modelo de mantenimiento el objetivo que se busca en el equipo es cero averías, en general no hay tiempo para subsanar convenientemente las incidencias que ocurren, siendo conveniente en muchos casos realizar reparaciones rápidas provisionales que permitan mantener el equipo en

⁸ GARCIA GARRIDO, Santiago, *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*, pág. 21

marcha hasta la próxima revisión general. Por tanto, la Puesta a Cero anual debe incluir la resolución de todas aquellas reparaciones provisionales que hayan tenido que efectuarse a lo largo del año.

MODELO DE ALTA DISPONIBILIDAD⁹
<ul style="list-style-type: none">• Inspecciones Visuales• Lubricación• Reparación de averías• Mantenimiento Condicional• Mantenimiento preventivo sistemático• Puesta a cero periódica (en fecha)

2.4. MANTENIMIENTO

Lo primero que se va a realizar es una breve definición del mantenimiento:

Mantenimiento es el conjunto de técnicas y de sistemas que nos permiten prevenir las averías en los equipos, y efectuar las revisiones y reparaciones correspondientes a fin de garantizar el buen funcionamiento de los equipos

En pocas palabras el objetivo principal del mantenimiento es el hacer que la empresa gane más dinero, evitando las pérdidas por piezas defectuosas o por paradas intempestivas de la línea de producción.

A continuación vamos a ver qué tipos de mantenimiento hay:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Proactivo
- Mantenimiento Cero horas (Overhaul)
- Mantenimiento en uso

⁹ GARCIA GARRIDO, Santiago, *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*, pág. 22

2.4.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Como sabemos el mantenimiento correctivo es el que se realiza cuando ya se produce el daño en el equipo o el daño en este ya es inminente. Este tipo de mantenimiento se realiza en la gran mayoría de empresas.

En el caso de que no se produzca ninguna falla, el mantenimiento es nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se produzca un fallo para en ese momento tomar acciones al respecto, esto trae repercusiones a la empresa como:

- Paradas no previstas
- Costos de mantenimiento no presupuestados

Dentro del mantenimiento correctivo tenemos dos tipos de mantenimiento correctivo que son:

- **Mantenimiento rutinario:** es la corrección de fallas que no afectan mucho a los sistemas.
- **Mantenimiento de emergencia:** se origina por las fallas de equipo, instalaciones, edificios, etc., que requieren ser corregidos en plazo breve.

2.4.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EL mantenimiento preventivo, como su nombre lo dice, son las labores que se realizan antes de que ocurra un desperfecto en la maquinaria, todo esto ocurre bajo condiciones controladas en la empresa.

2.4.2.1. Ventajas de mantenimiento preventivo:

- Seguridad: Las obras e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo operan en mejores condiciones de seguridad.

- Vida útil: Una instalación tiene una vida útil mucho mayor que la que tendría con un sistema de mantenimiento correctivo.
- Coste de reparaciones: Es posible reducir el costo de reparaciones si se utiliza el mantenimiento preventivo.
- Inventarios: También es posible reducir el costo de los inventarios empleando el sistema de mantenimiento preventivo.
- Carga de trabajo: La carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo.
- Aplicabilidad: Mientras más complejas sean las instalaciones y más confiabilidad se requiera, mayor será la necesidad del mantenimiento preventivo.

2.4.2.2. Fases del Mantenimiento Preventivo:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente,
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

2.4.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento predictivo se basa en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin detención de la producción. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.

Para ello, se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, análisis de vibraciones, etc., además se realiza el monitoreo de las condiciones del equipo mientras este se encuentra trabajando.

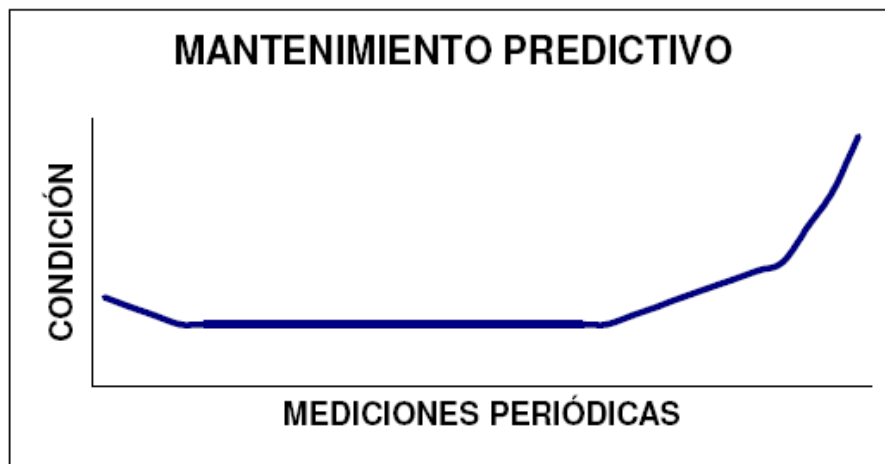


FIGURA 2.1
CONDICION DE LA MAQUINARIA. FUENTE: www.fing.uncu.edu.ar/catedras/planeamiento

En la Figura 2.1 se puede observar la curva de la condición de la maquinaria cuando se aplica el mantenimiento preventivo.

Los síntomas de falla son monitoreados y las reparaciones son efectuadas antes de la falla del equipo.

Las acciones recomendadas son en función de:

- Importancia del equipo
- Límites de deterioro del equipo
- Impacto del deterioro del equipo
- Análisis de la tendencia
- Predice la futura falla y el tiempo en que se puede dar

2.4.3.1. Ventajas del Mantenimiento Predictivo:

- Reduce los tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.

2.4.4. Comparación de costos de los 3 sistemas de mantenimiento

TABLA 2.1. – COMPARACION DE COSTOS. FUENTE:

www.fing.uncu.edu.ar/catedras/planeamiento/archivos

COSTOS	CORRECTIVO	PREVENTIVO	PREDICTIVO
Para implementar	Bajo	Mediano	Altos
Improductivos	Altos	Mediano	Muy bajos
Tpo. de parada	Altos e indefinidos	Predefinidos	Mínimos
Asociado a existencia de repuestos	Alto consumo e indefinidos	Alto consumo y definidos	Consumo mínimo

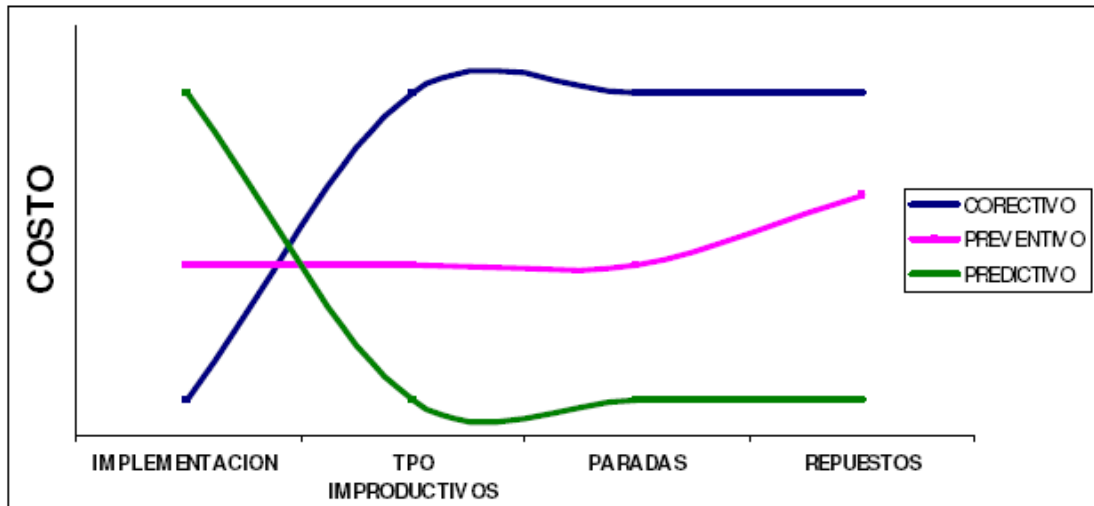


FIGURA 2.2.
COMPARACION DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO
www.fing.uncu.edu.ar/catedras/planeamiento/archivos/mant_intro_07.pdf

2.4.5. MANTENIMIENTO PROACTIVO

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar consientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

El mantenimiento Proactivo está basado en tres principios:

1. Mejorar los Procedimientos antes de que causan fallas.
2. Evitar Paradas del equipo para mantenimiento correctivo.
3. Aumentar el Intervalo entre intervalos para mantenimiento preventivo.

En sistemas mecánicos operados bajo la protección de lubricantes líquidos, controlar cinco causas de falla plenamente reconocidas, puede llevar a la prolongación de la vida de los componentes en muchas ocasiones hasta de 10 veces con respecto a las condiciones de operación actuales. Estas cinco causas críticas a controlar son:

- Partículas
- Agua
- Temperatura
- Aire
- Combustible o compuestos químicos

Cualquier desviación de los parámetros anteriores causara una falla, lo cual dará como resultado deterioro del material del componente, seguido de una baja en el desempeño del equipo y finalizando con la pérdida total de los componentes o la funcionalidad del equipo.

La mayor reducción en el presupuesto de mantenimiento viene de la aplicación de tres principios:

1. Por cada falla hay una causa.
2. Siempre hay una mejor manera de hacerlo o un mejor producto para usar.
3. Si otra empresa similar puede obtener mejores resultados, nosotros también podemos.

En la figura 2.3 que se muestra a continuación, se puede observar un resumen del plan de mantenimiento proactivo.

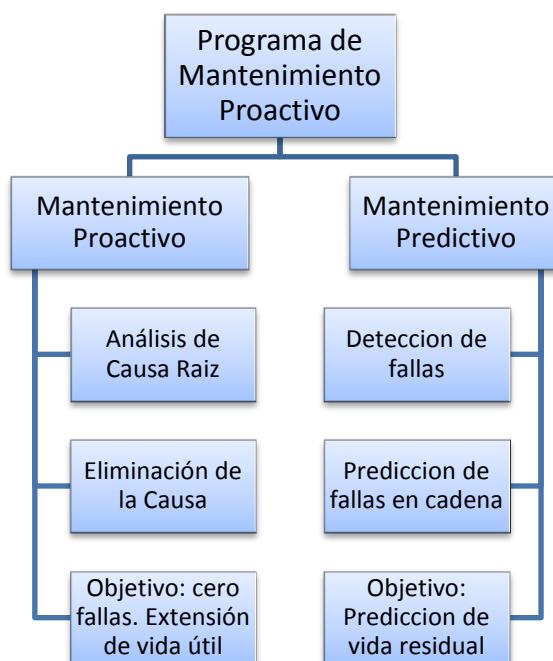


FIGURA 2.3
 MANTENIMIENTO PROACTIVO. FUENTE: ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO,
 GARCÍA GARRIDO, Santiago

2.4.6. MANTENIMIENTO CERO HORAS (OVERHAUL)

El mantenimiento a cero horas es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

2.4.7. MANTENIMIENTO EN USO

Este es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve.

Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance).

2.5 FALLAS

Podemos decir que algo falla cuando deja de brindar el servicio que debía darnos según las especificaciones de diseño con las que fue construido.

2.5.1 TIPOS DE FALLAS

Dentro de las fallas se pueden tener diferentes clasificaciones, según el momento de la vida útil de un bien se los puede clasificar como:

2.5.1.1. FALLAS TEMPRANAS

Son aquellas que aparecen al comienzo de la vida útil del elemento y constituyen un pequeño porcentaje del total de las falla. Se presentan generalmente en forma repentina y pueden causar graves daños.

2.5.1.2. FALLAS ADULTAS

Estas son fallas que se presentan con mayor frecuencia durante la vida útil de los equipos. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores.

2.5.1.3. FALLAS TARDIAS

Este tipo de fallas representa una pequeña fracción de las falla en la etapa final de la vida útil del elemento.

CAPITULO 3

PLAN DE MANTENIMIENTO

Una vez que se ha terminado el análisis de la empresa y de la maquinaria, en donde se llegó a la conclusión de que se necesita realizar mantenimiento preventivo y además que la línea más importante de producción de la empresa es la de polietileno expandido, el siguiente paso es el proceder a realizar el plan de mantenimiento para esta línea de producción.

Dentro de la elaboración del plan de mantenimiento se van a realizar diferentes propuestas, la primera de ellas será la de cómo codificar los equipos que posee la empresa.

3.1. CODIFICACION DE LOS EQUIPOS

El primer paso que vamos a realizar es la codificación de los equipos. Este paso es muy importante, ya que así podemos identificar cada uno de ellos, ya que poseen un código único.

Al momento de realizar la codificación de un equipo se tiene dos posibilidades a considerar, que son las siguientes:

- *Sistemas de codificación no significativos o codificación alfanumérica:* son los que asignan un número o un código correlativo a cada equipo, pero este código no aporta con mayor información adicional, si no únicamente este código nos hace ubicar al equipo.
- *Sistemas de codificación significativos o inteligentes o codificación numérica:* este tipo de codificación es opuesto al anterior, ya que este tipo de codificación aporta con información significativa de la máquina, como puede ser el área de trabajo, entre otros.

La ventaja del empleo de un sistema de codificación no significativo es la simplicidad del código, ya que este puede contener cuatro dígitos con los que se puede identificar todos los equipos de la empresa. La desventaja de este tipo de codificación es que en empresas grandes no se puede ubicar la máquina en la cadena a partir del código. Este tipo de codificación es útil en empresas pequeñas donde no hay un gran número de maquinaria y se puede recordar a que máquina corresponde cada código.

Por otro lado, la codificación del tipo significativa nos ayuda con mayor información correspondiente al equipo como el área en la que se encuentra ubicado, el tipo de maquinaria, a que familia pertenece, etc., el único problema de este tipo de codificación es que el tamaño del código va aumentado en relación a la información que este aporta.

A continuación se muestra información útil que debe contener el código de un ítem, que debería ser la siguiente:¹⁰

- Planta a la que pertenece.
- Área a la que pertenece dentro de la planta.
- Tipo de equipo.

Los elementos que forman parte de un equipo deben contener información adicional como:

- Tipo de elemento
- Equipo al que pertenece
- Dentro de ese equipo, sistema en el que están incluidos.

¹⁰ GARCIA GARRIDO, Santiago, *Organización y gestión integral de mantenimiento*, pág. 13

En la figura 3.1 se muestra la estructura para definir el código de los equipos.

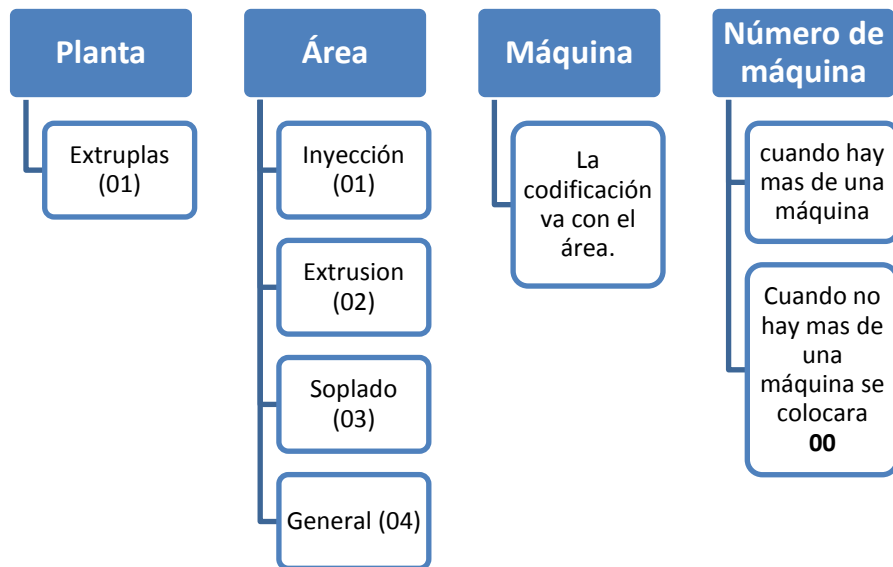


FIGURA 3.1

CODIFICACION DE LOS EQUIPOS. FUENTE:- AUTOR

TABLA 3.1 – CODIFICACION DE LOS ESQUIPOS. FUENTE: AUTOR

INYECCION			EXTRUSIÓN		
Abreviatura	Máquina	Código	Abreviatura	Máquina	Código
IN	SM 650	01	EP	Extrusora de polietileno	01
IN	SM 350	02	EM	Extrusora de manguera	02
IN	SM 250	03	EE	Extrusora de expandido	03
IN	SM 120	04			
IN	SM 90	05			
IN	PRESMA	06			

TABLA 3.2 – CODIFICACION DE LOS ESQUIPOS. FUENTE: AUTOR

SOPLADO			GENERAL		
Abreviatura	Máquina	Código	Abreviatura	Máquina	Código
SP	SOPLADORA	01	CO	Compresor	01
			CI	Sistema contra incendios	02
			MO	Molino	03
			RE	Remachadora	04
			CF	Cortadora de fundas	05
			TG	Tanque de Gas	06

A continuación en la Tabla 3.3 se muestra la codificación de la maquinaria de la empresa.

TABLA 3.3 – CODIFICACION DE LA MAQUINARIA. FUENTE: AUTOR

 CODIFICACION DE LA MAQUINARIA 			
Código Numérico	Código Alfanumérico	Máquina	Marca
01010100	IN-01	Inyectora SM-650	CHEN HSONG
01010201	IN-02	Inyectora SM-350-1	CHEN HSONG
01010202	IN-03	Inyectora SM-350-2	CHEN HSONG
01010203	IN-04	Inyectora SM-350-3	CHEN HSONG
01010300	IN-05	Inyectora SM-250	CHEN HSONG
01010401	IN-06	Inyectora SM-120-1	CHEN HSONG
01010402	IN-07	Inyectora SM-120-2	CHEN HSONG
01010501	IN-08	Inyectora SM-90-1	CHEN HSONG
01010502	IN-09	Inyectora SM-90-2	CHEN HSONG
01010601	IN-10	Inyectora Presma - A	PRESMA
01010602	IN-11	Inyectora Presma - B	PRESMA
01010603	IN-12	Inyectora Presma - C	PRESMA
01020101	EP-01	Extrusora 1	CHEER YOUNG
01020102	EP-02	Extrusora 2	CHEER YOUNG
01020103	EP-03	Extrusora 3	CHEER YOUNG
01020201	EM-01	Extrusora de Manguera 1	TAI SHIN
01020202	EM-02	Extrusora de Manguera 2	TAI SHIN
01020301	EE-01	Extrusora de Expandido 1	POLY
01020302	EE-02	Extrusora de Expandido 2	POLY
01020303	EE-03	Extrusora de Expandido 3	POLY
01030101	SP-01	Sopladora 1	KUANG CHIANE
01030102	SP-02	Sopladora 2	KUANG CHIANE
01030103	SP-03	Sopladora 3	KUANG CHIANE
01030104	SP-04	Sopladora 4	CHINA
01040100	CO	Compresor	INGERSOLL-RAND
01040200	MB	Motobomba	DETUZ CO.
01040300	MO	Molino de plástico	
01040400	RE	Remachadora de tubos	
01040501	CF-01	Cortadora de fundas - 1	CHAO WEI
01040502	CF-02	Cortadora de fundas - 2	CHAO WEI
01040601	TG-01	Tanque de GAS – 10m ³	B&T
01040602	TG-02	Tanque de GAS – 2m ³	B&T

3.2. FICHAS TECNICAS

Para poder llevar a cabo la selección de un tipo de mantenimiento que más se adapte a cada equipo en primer lugar lo que se debe realizar es una lista de los equipos que componen la empresa, como sabemos esa lista ya se realizó anteriormente, y puede ser tan detallada como deseemos.


Con la lista ya elaborada, el paso siguiente es la realización de una ficha para cada uno de los equipos que componen la lista previamente elaborada. Esta ficha debe contener los datos más sobresalientes de cada uno de los equipos que conforman la planta. En el momento de elaborar estas fichas se debe comenzar por los equipos más significativos y luego continuar hasta terminar con la totalidad de los equipos.

En la ficha del equipo debemos anotar los siguientes datos:

- Código del equipo
- Datos generales
- Características principales (especificaciones)
- Fotografía del equipo
- Repuestos críticos
- Herramientas especiales, etc.

En la tabla 3.4 se observa el modelo de la ficha para las máquinas de la empresa.

TABLA 3.4 – FICHA TECNICA. FUENTE: AUTOR

		INYECTORA SM650			
DATOS DEL EQUIPO		CODIGO	01010100		
DESCRIPCION:	INYECTORA				
MARCA:	CHEN HSONG				
AÑO DE FABRICACIÓN:	07 - 1999				
POSEE MANUAL	SI				
DIMENSIONES:	9,7x2.4x3,0 m				
PROCEDENCIA:	CHINA				
FECHA DE INSTALACION:	1999				
COLOR:	Tomate con blanco				
# de Serie:	1198401				
MOTOR DE LA BOMBA					
MOTOR:	74.6 Kw (100 HP)	PESO:	30 TON		
# de serie	7964430003	CAPACIDAD DEL TAQUE	1200 lit.		
VOLTAJE:	380 V	PRESION MAX DEL SISTEMA	175 kgf/cm ²		
AMPERAJE:	240 A	VELOCIDAD DEL TORNILLO	0 – 100 RPM		
Peso Motor de bomba:	580 Kg				
MODELO DE MANTENIMIENTO		CRITICIDAD:	Crítico		
OBSERVACIONES:					

Las fichas técnicas de todas las máquinas pertenecientes a la empresa se muestran en el Anexo III de la tesis.

Una vez que se ha realizado las fichas de las maquinas, donde tenemos información importante de cada una, el siguiente paso es el de elaborar el modelo para las hojas de historial de la maquinaria.

3.3. HOJAS DE CONTROL DE FALLOS

Mediante la elaboración de las hojas de control de fallos lo que se pretende lograr es el recopilar información de utilidad para generar un historial de daños de la maquinaria, a fin de poder planificar el mantenimiento preventivo de acuerdo a las necesidades de la maquinaria que posee la empresa.

Para nuestro caso ya existe un historial de daños de la maquinaria, sin embargo el problema es que estas hojas de control de fallas no se encuentran a la mano de los supervisores y del mecánico, haciendo que muchas veces no se registre alguna reparación que se realice. Por otro lado el diseño de las hojas no registra toda la información necesaria para el mantenimiento, debido a esta razón el siguiente paso es rediseñar estas hojas de control de fallos que posee la empresa.

En las hojas de historial la información que se va a querer recopilar es el tiempo que se tardó en realizar una reparación, que tipo de repuesto se cambio, el detalle del repuesto, que persona realizo la reparación, el grupo que resulto afectado (eléctrico, hidráulico, mecánico, etc.). Con la información que nos proporciona estas hojas de historial se podrá realizar el plan de mantenimiento para la maquinaria y la gestión de los repuestos que se necesitarían.

A continuación en la Tabla 3.5 se presenta la propuesta del modelo de la hoja de historial de fallas para la empresa.



HOJA DE CONTROL DE DAÑOS DE LA MAQUINARIA



MAQUINA:

PROCEDENCIA:

CODIGO:

MARCA:

AÑO DE FABRICACION:

MODELO DE MTO:

FECHA	GRUPO	PARTE REVISADA	HORA		TRABAJO REALIZADO	OBSERVACIONES Ó ESPECIFICACIONES	RESPONSABLE
			INICIO	FIN			

TABLA 3.5 – HOJA DE HISTORIAL. FUENTE: AUTOR

Una vez que se á propuesto la codificación de la maquinaria, la realización de las fichas de las máquinas y la propuestas de la hoja de registro del historial de fallos de la maquinaria en la empresa, el siguiente paso que se va a realizar es la subdivisión de las máquinas en sistemas funcionales, con esto se pretende lograr que la realización del mantenimiento sea mucho más fácil.

A continuación se presenta la Tabla 3.6 donde está la división en sistemas funcionales de las máquinas que pertenecen a la línea de polietileno expandido.

TABLA 3.6 – DIVISION DE SISTEMAS. FUENTE: AUTOR

CODIGO EQUIPO	EQUIPO	CODIGO SIST. FUNCIONAL	SISTEMA FUNCIONAL
EE-01	Extrusora de Expandido 1	EE-01-ENF	Sistema de Enfriamiento
		EE-01-HID	Sistema Hidráulico
		EE-01-ELC	Sistema Eléctrico
		EE-01-EXT	Sistema de Extrusión
		EE-01-EMG	Sistema de Emergencia
EE-02	Extrusora de Expandido 2	EE-02-ENF	Sistema de Enfriamiento
		EE-02-ELC	Sistema Eléctrico
		EE-02-EXT	Sistema de Extrusión
		EE-02-EMG	Sistema de Emergencia
		EE-02-CRT	Sistema de Corte
EE-03	Extrusora de Expandido 3	EE-03-ENF	Sistema de Enfriamiento
		EE-03-HID	Sistema Hidráulico
		EE-03-ELC	Sistema Eléctrico
		EE-03-EXT	Sistema de Extrusión
		EE-03-EMG	Sistema de Emergencia

3.4 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Para la asignación de funciones se toma el organigrama de la empresa, que se presenta en la Figura 3.2, y con este se realiza la propuesta de asignación para el cronograma de mantenimiento que se presenta en el siguiente punto. En estos cronogramas de mantenimiento se asignaron funciones al personal que posee la empresa, específicamente al del área de Extrusión de Expandido donde se va a realizar la propuesta del plan piloto y el mecánico general de la planta.

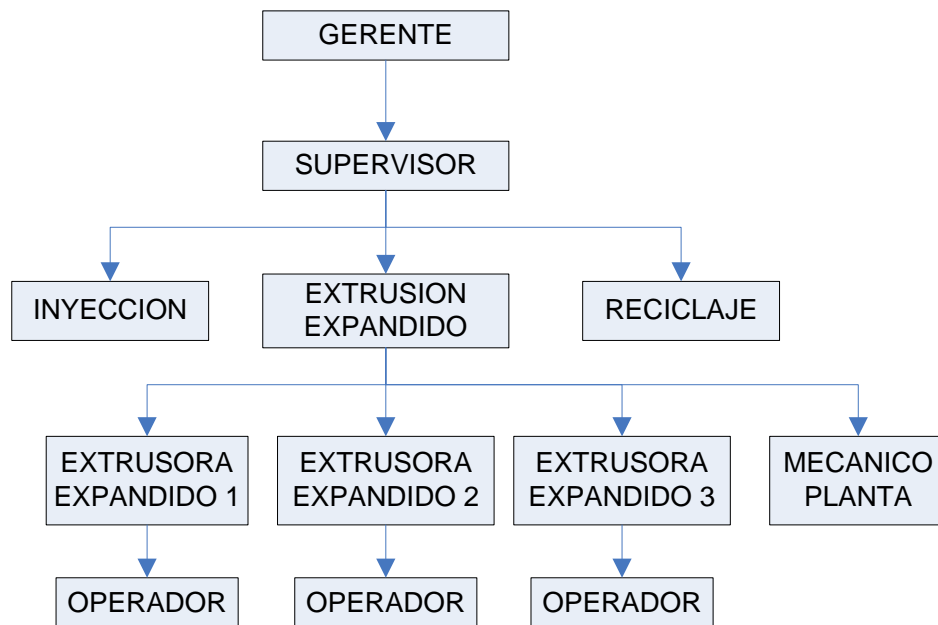


FIGURA 3.2
ORGANIGRAMA DE FUNCIONES. FUENTE: AUTOR

A continuación se presenta la asignación para las funciones de mantenimiento:

- **GERENTE:**
 - Supervisión de labores

PERFIL: Debe ser un Ing. Eléctrico, Mecánico ó Industrial, que tenga experiencia en labores de manejo de empresas.

- **SUPERVISOR**

- Supervisión de labores de mantenimiento
- Recambio de elementos eléctricos
- Recambio de elementos mecánicos importantes
- Recambio de elementos eléctricos

PERFIL: para las labores de supervisión en la empresa, se necesita de Ingenieros ó tecnólogos mecánicos, eléctricos, electromecánicos o de carreras a fin y que sepan de controles de calidad de productos.

- **OPERADOR**

- Inspecciones visuales
- Limpieza diaria
- Engrasado de elementos

PERFIL: para cumplir con las labores de operador, se necesita de personal que preferentemente sea bachiller, ó caso contrario que sea mayor de edad.

- **MECANICO**

- Limpieza de elementos importantes
- Engrasado de elementos importantes
- Reposición de elementos mecánicos
- Recambio de lubricantes
- Soldadura de elementos

PERFIL: para este tipo de labores se necesita de personal que sea tecnólogo ó egresado de bachiller en mecánica o que tenga conocimiento y experiencia en labores de mecánica.

3.5 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO

A continuación se presentan los cronogramas de mantenimiento para la empresa. Estos cronogramas están diseñados para las necesidades de la planta.

Estos cronogramas están divididos en dos partes, en la primera sección se elaboran las tablas que comprenden a cada una de las máquinas de la sección, con toda su lista de actividades. En la siguiente sección se presentan tablas de mantenimiento pero con las labores separadas por periodos de tiempo, ya sean diarias, semanales, mensuales, etc., indicando de que máquina comprende las actividades ahí descritas.

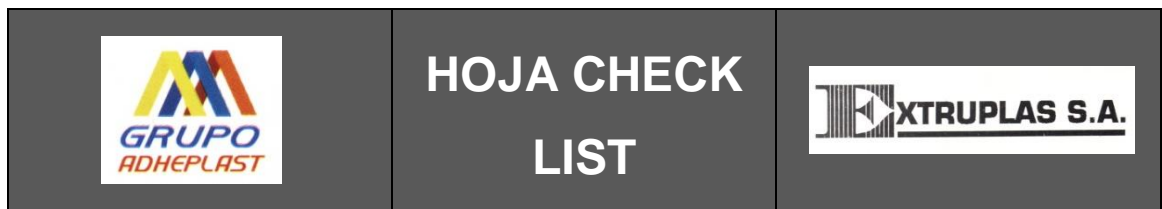
LOS CRONOGRAMAS DE MANTENIMIENTO SE ENCUENTRAN EN EL ARCHIVO ADJUNTO
“CRONOGRAMAS DE MANTENIMIENTO”

3.6 HOJAS CHECK LIST

Las hojas check list son hojas de control de de la maquinaria, en estas hojas se describe una lista de acciones rutinarias de control, como revisión de presión, revisión del sistema eléctrico de la maquinaria, entre otras actividades.

Estas hojas de control son manejadas no necesariamente por técnicos o ingenieros de la empresa, si no por los operadores de la maquinaria, haciendo que el diseño de estas tenga que ser de fácil entendimiento y manejo para este tipo de personas. En la Tabla 3.7. se muestra el modelo de hoja para la planta.

TABLA 3.7 – HOJA CHECK LIST



ACTIVIDAD	MEDIDA / ESTADO	REF.	UNIDAD
Revisión de la cantidad de gas en el tanque			%
Revisión de los contactos en la boquilla			-
Estado de las niquelinas de la boquilla			-
Presión en el cilindro		150	Kg/cm ²
Presión bomba de cera		140	Kg/cm ²
Presión bomba de gas		155	PSI
Extintor			-
Contador del enrollador			-
Sujetador de los tubos del enrollador			-
Ventiladores de enfriamiento			-
Temperatura del cabezal			°C
Temperatura del agua de enfriamiento			°C
Velocidad del motor principal			
Controles de temperatura			-

3.7. GESTION DE LOS REPUESTOS

Uno de los costos importantes dentro del mantenimiento es el de los repuestos. Hace unos años este era el coste más importante, de tal forma que por cada dólar gastado en personal se utilizaban 2 o más en materiales. Actualmente la situación á cambiado, se á invertido, el coste del personal es mayor al de los repuestos.

En las empresas grandes, como al grupo al que pertenece la empresa EXTRUPLAS, existe un departamento de compras, que es el que realiza todas las adquisiciones necesarias para la empresa. Este departamento intenta tener el menor stock de repuestos posibles, mientras que para la realización del mantenimiento en la maquinaria se intenta tener la mayor cantidad de repuestos posibles en stock.

El trabajo que se va a realizar no es el de gestionar el manejo de un almacén en la empresa, si no el tener en los repuestos necesarios y mas importantes para la maquinaria y el mantener a esta en funcionamiento.

3.7.1. SELECCIÓN DE LOS REPUESTOS

La selección de las piezas que podemos necesitar con mayor o menor probabilidad es un aspecto propio del mantenimiento.

Normalmente, los propios fabricantes de los equipos proponen una serie de recambios para hacer frente a las reparaciones. El valor de los repuestos suele ser entre un 3 a un 6% del valor del equipo. El precio de los repuestos debe tenerse en cuenta como factor para la decisión de compra de un equipo. No suele ser extraño que el precio de todas las piezas de un equipo supere el del equipo completo.

Para ayudarnos en la identificación de las piezas podemos utilizar la siguiente agrupación en función de su responsabilidad dentro del equipo:

3.7.1.1. Piezas sometidas a desgaste

A este grupo pertenecen piezas de unión entre partes fijas y móviles como son rodamientos, cojinetes, relés, contactos, etc. El desgaste en este tipo de piezas se produce por la fricción o abrasión. A este grupo también se puede considerar las piezas sometidas a fatiga, cavitación o corrosión como las tuberías, rodets, etc., en general los elementos que pueden ser susceptibles a una falla.

En la tabla 3.8 se muestran los elementos pertenecientes a este grupo de piezas de recambio

TABLA 3.8. – PIEZAS DE RECAMBIO POR DESGASTE. FUENTE: AUTOR

REPUESTO	MAQUINA	CODIGO MAQ.	PROCESO
Rodamiento MP	Extrusora Expandido 1	01020301	Extrusión Expandido
Rodamiento MP	Extrusora Expandido 2	01020302	Extrusión Expandido
Rodamiento MP	Extrusora Expandido 3	01020303	Extrusión Expandido

3.7.1.2. Consumibles

Son aquellos elementos cuya duración menor, con una vida fácilmente predecible, y de bajo coste, que generalmente se sustituyen sin esperar a que den síntomas de mal estado. En la Tabla 3.9 se muestran los consumibles para la empresa.

Su fallo y su desatención pueden provocar graves averías. Los más usados son los siguientes:

- Filtros
- Lubricantes
- Adhesivos
- Material de limpieza
- Consumibles de taller
- Lámparas, bombillas
- Escobillas de motores

TABLA 3.9 – PIEZAS DE RECAMBIO CONSUMIBLES. FUENTE: AUTOR

REPUESTO	MAQUINA	CODIGO MAQ.	PROCESO
Aceite SAE 90	Extrusora Expandido 1	01020301	Extrusión Expandido
	Extrusora Expandido 2	01020302	Reductor
	Extrusora Expandido 3	01020303	
Grasa	Extrusora Expandido 1	01020301	Extrusión Expandido
	Extrusora Expandido 2	01020302	Chumaceras
	Extrusora Expandido 3	01020303	
Electrodo	Extrusora Expandido 1	01020301	Extrusión Expandido
	Extrusora Expandido 2	01020302	Distribuidor Agua
	Extrusora Expandido 3	01020303	
Electrodo 316-L	Extrusora Expandido 1	01020301	Extrusión Expandido
	Extrusora Expandido 2	01020302	Mezclador
	Extrusora Expandido 3	01020303	
Malla	Extrusora Expandido 1	01020301	Extrusión Expandido
	Extrusora Expandido 2	01020302	Filtro
	Extrusora Expandido 3	01020303	
Tornillo Allen	Extrusora Expandido 1	01020301	Extrusión Expandido
	Extrusora Expandido 2	01020302	Cabezal
	Extrusora Expandido 3	01020303	

Tornillo de cabeza hexagonal M16	Extrusora Expandido 1	01020301	Extrusión Expandido Calibración del Cabezal
	Extrusora Expandido 3	01020303	
Tornillo de cabeza hexagonal M14	Extrusora Expandido 2	01020302	Extrusión Expandido Calibración del cabezal
Grasa térmica	Extrusora Expandido 1	01020301	Extrusión Expandido Cabezal
	Extrusora Expandido 2	01020302	
	Extrusora Expandido 3	01020303	
Antiadherente	Extrusora Expandido 1	01020301	Extrusión Expandido Cabezal
	Extrusora Expandido 2	01020302	
	Extrusora Expandido 3	01020303	

3.7.1.3. Piezas móviles

Son aquellas destinadas a transmitir los movimientos entre piezas o aplicarlos al producto final, como son: rotores, correas, poleas, ejes, etc., normalmente están sometidas a fatiga, aunque su diseño compensa y limita las posibilidades de fallo. En la Tabla 3.10 se muestran los repuestos que pertenecen a este grupo.

TABLA 3.10 – PIEZAS DE RECAMBIO MOVILES. FUENTE: AUTOR

REPUESTO	MAQUINA	CODIGO MAQ.	PROCESO
Banda	Extrusora Expandido 1	01020301	Extrusión Expandido. Motor Principal
Banda	Extrusora Expandido 2	01020302	Extrusión Expandido. Motor Principal
Banda	Extrusora Expandido 3	01020303	Extrusión Expandido. Motor Principal
Banda	Molino	01040300	Reciclaje

3.7.1.4. Piezas Eléctricas

Estos son elementos con una gran fiabilidad, como circuitos impresos, Fusibles, fuentes de alimentación, contactores, etc. La principal causa de fallos se basa en sobretensiones, cortocircuitos y calentamientos. En la Tabla 3.11 se muestran los elementos pertenecientes a este grupo.

TABLA 3.11 – PIEZAS DE RECAMBIO ELECTRICAS. FUENTE: AUTOR

REPUESTO	MAQUINA	CODIGO MAQ.	PROCESO
Fusibles	Extrusora Expandido 1	01020301	Extrusión Expandido
	Extrusora Expandido 2	01020302	
	Extrusora Expandido 3	01020303	
Contactor	Extrusora Expandido 1	01020301	Extrusión Expandido
	Extrusora Expandido 2	01020302	
	Extrusora Expandido 3	01020303	Control de temperatura

3.7.2. NECESIDAD DE STOCK EN PLANTA

Desde este punto de vista, podemos dividir las piezas en tres categorías o tipos, que son los siguientes:

1. REPUESTO A: piezas que es necesario mantener en la planta
2. REPUESTO B: piezas que es necesario tener localizadas, con proveedor, teléfono y plazo de entrega.
3. REPUESTO C: piezas que no es necesario prever, pues un fallo en ellas no afecta a la operatividad de la planta.

3.8. STOCK DE REPUESTOS

En la Tabla 3.12 que se muestra a continuación se detalla el stock de repuestos que se requieren en la empresa para poder realizar el mantenimiento en la maquinaria perteneciente a la sección de elaboración de polietileno expandido.

TABLA 3.12 – STOCK DE REPUESTOS. FUENTE: AUTOR

	STOCK DE REPUESTOS AREA EXTRUSION DE EXPANDIDO	
---	---	---

Nº	DESCRIPCION	MEDIDAS	CANTIDAD	TIPO
1	Focos	60 W	6	C
2	Lámpara Tubo	60W – 40cm	3	C
3	Escobas		6	C
4	Candado para puerta		1	C
5	Gasolina (gal)		4	C
6	Banda	B64BL	5	A
7	Banda	B77	6	A
8	Fusibles	10 A	20	A
9	Contactador	220V – 3hp	12	A
10	Malla para filtro (m ²)	80 mesh	1	B
11	Fusibles	25 A	20	A
12	Fusibles	6 A	20	A
13	Tornillo cabeza hexagonal	M17	20	B
14	Tornillo	M16	15	B

15	Tornillo	M14	10	A
16	Bandas	B83	4	A
17	Grasa Mobil	Kg	10	B
18	Aceite (gal)	SAE 90	55	B
19	Conectores eléctricos		20	B
20	Niquelina 1000W – 220V	D220x45mm	1	B
21	Niquelina 1000W – 220V	D250x40mm	1	B
22	Niquelina 1300W – 220V	D200x60mm	1	B
23	Pintura de Esmalte	gal	5	C
24	Tubo de hierro galvanizado	¾"	2	C
25	Rodamiento	6313zz	2	B
26	Rodamiento	NU218	1	A
27	Electrodo (lb)	E 6013	2	B
28	Electrodo acero inoxidable (lb)	E 312-16	1	B
29	Rodamiento	6204zz	3	B
30	Rodamiento	6202zz	1	B
31	Rodamiento	6205zz	6	B
32	Rodamiento	6206zz	4	B
33	Rodamiento	6310zz	1	B
34	Rodamiento	6213zz	1	B
35	Antiadherente a base de níquel 725		1	B
36	Grasa térmica tribology	T-7076	1	B

COSTOS DE MANTENIMIENTO

4.1. INTRODUCCION

Dentro del análisis de los costos del mantenimiento se va a ver que el costo de la reparación de la maquinaria es un costo más que se suma al costo final del producto.

El costo de mantenimiento se ubica dentro de los costos de la empresa, como el de la materia prima, pero a diferencia de esta, el costo de mantenimiento es variable, ya que la empresa puede variar la cantidad de recursos que destina para esta acción. “El coste de mantenimiento se sitúa entre el 5 – 10% de total.”¹¹

Si se descompone los costes que involucran el mantenimiento en sus diferentes aspectos, se los puede dividir en cuatro bloques:

1. Costos Fijos
2. Costos Variables
3. Costos Financieros
4. Costos de fallo

4.1.1. COSTOS FIJOS

La característica de este tipo de costos es que estos son independientes del volumen de producción o de ventas de la empresa, estos como su nombre lo dice son fijos, dentro de este tipo de costos podemos destacar la mano de obra directa, los alquileres, seguros, servicios, etc.

¹¹ NAVARRO EOLA, Luis, *Gestión Integral de Mantenimiento*, Pág. 39

Los costos fijos en el mantenimiento están compuestos principalmente por la mano de obra y los materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo, predictivo, hard time, así como todo gasto originado por el engrase de las máquinas o mantenimiento.

Desde el punto de vista del mantenimiento, estos costos son gastos que aseguran el mantenimiento en la empresa y la vida útil de la maquinaria a mediano y largo plazo. La disminución del presupuesto y recursos destinados a este gasto fijo limita la cantidad de inversiones programadas, y al principio representa un ahorro para la empresa que después se traduce en mayor incertidumbre y gastos mayores para mantener a la empresa en su nivel óptimo.

4.1.2. COSTOS VARIABLES

Estos costos tienen la particularidad de ser proporcionales a la producción realizada. Podemos destacar dentro de estos a costos como mano de obra indirecta, materia prima, energía eléctrica, además de los costos variables que incluyen el mantenimiento.

Dentro de los costos variables de mantenimiento nos encontramos básicamente con el de la mano de obra y los materiales necesarios para el mantenimiento correctivo. El mantenimiento correctivo será consecuencia de las averías imprevistas en la maquinaria, como de las reparaciones programadas por otros tipos de mantenimiento a la maquinaria.

Parecería que no fuera posible reducir el reducir este tipo de gasto de mantenimiento, dado que este viene directamente de la necesidad de realizar una reparación para poder seguir produciendo. La manera de reducir este tipo de gasto no pasa por dejar de hacer mantenimiento correctivo, si no por evitar que se produzcan las averías inesperadas.

4.1.3. COSTOS FINANCIEROS

Los costos financieros asociados al mantenimiento se deben tanto al valor de los repuestos de almacén como a las amortizaciones de las máquinas duplicadas para asegurar la producción.

El costo que supone los recambios de un almacén para realizar reparaciones, es un desembolso para la empresa que limita su liquidez. Si los recambios son utilizados con cierta frecuencia nos encontraremos con un mal menor, dado a que esto es una inversión que hace la empresa para mantener la capacidad productiva de la instalación. Sin embargo, cuando los recambios tardan mucho tiempo en ser utilizados, estamos incurriendo en un gasto que, en principio, no genera ningún beneficio para la empresa.

Dentro de estos gastos financieros debe tenerse en cuenta el coste que supone tener ciertas instalaciones o máquinas duplicadas para obtener una mayor disponibilidad. En determinadas circunstancias que se obliga a una disponibilidad total, es necesario montar en paralelo una máquina similar que permita la reparación de una de ellas mientras la otra está en funcionamiento. El coste de esta duplicidad puede olvidarse en el cómputo de los gastos de mantenimiento, pero debe tenerse en cuenta dado que el motivo de su presencia es el aumento de la disponibilidad y este concepto es responsabilidad de mantenimiento.

4.1.4. COSTOS DE FALLO

El coste de fallo se refiere al coste o pérdida de beneficio que la empresa soporta por causas relacionadas directamente con el mantenimiento. Normalmente, este concepto no suele tenerse en cuenta cuando se habla de los gastos de mantenimiento, pero su volumen puede ser incluso superior a los gastos tradicionales, costos fijos, costos variables y financieros. Este concepto es aplicable tanto a empresas productivas como a empresas de servicios.

4.1.4.1. EMPRESAS PRODUCTIVAS

En las empresas productivas los costes por fallo en los equipos se deben principalmente a:

- Pérdidas de materia prima
- Descenso de la productividad del personal mientras se realizan las reparaciones
- Pérdidas energéticas por malas reparaciones o x no realizarlas
- Rechazo de productos por mala calidad
- Producción perdida durante la reparación, menores ventas, menores beneficios
- Averías medioambientales que pueden suponer desembolsos importantes
- Averías que puedan suponer riesgo para las personas o para la instalación.
- Costos indirectos
- Pérdidas de imagen, ventas, etc.

A los costos que pueden generar estos hechos, se debe sumar el importe de las reparaciones para volver a la normalidad.

Como se ha ido viendo a lo largo de esta explicación de los costos de mantenimiento, los costos fijos vienen a ser mínimos comparados con los costos variables y los costos de fallos.

4.1.4.2. EMPRESAS DE SERVICIOS

En el caso de las empresas de servicios al no existir producción de coste de fallo, por lo tanto esta no será predominante, pero aún así no es menos importante, se relacionara con otros aspectos, como por ejemplo con la pérdida de clientes.

En el caso de las empresas de servicios es difícil cuantificar el coste de fallo, pero se pueden tomar indicadores del tiempo necesario para realizar las reparaciones desde que se conoce de estas hasta la culminación, tomando en cuenta que tipo de falla es para su comparación.

4.1.5. COSTE INTEGRAL

El costo integral es el resultante de la suma de los cuatro costos anteriormente descritos. Este costo nos da una idea más global de la gestión de mantenimiento que el análisis de cualquiera de los costos que la componen.

Con este costo se pretende relacionar no solo el gasto que el mantenimiento ocasiona a la empresa, sino también los posibles beneficios que pueda generar.

Como por ejemplo tenemos un caso que es representativo, el del aislamiento térmico. Si no se realiza un mantenimiento sobre el aislamiento, los gastos disminuyen, pero a su vez el consumo de energía aumentará. De ahí el buscar el equilibrio entre los costos y la cantidad de mantenimiento que se debe realizar.

4.2. COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

En la Tabla 4.1 que se presenta a continuación, se presentan los costos de los repuestos necesarios para realizar el mantenimiento de la maquinaria en la empresa.

TABLA 4.1 – COSTOS DE MANTENIMIENTO. FUENTE: AUTOR

	<p>COSTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO</p> <p>AREA EXTRUSION DE EXPANDIDO</p>	
---	---	---

N°	DESCRIPCION	MEDIDAS	CANTIDAD	P. UNITARIO (\$)	P. TOTAL (\$)
1	Focos ahorradores	60 W	6	3.5	21.00
2	Lámpara Tubo	60W – 40cm	3	1.39	4.17
3	Escobas		6	3.00	18.00
4	Candado para puerta	5"	1	6.30	6.30
5	Gasolina (gal)		4	1.53	6.12
6	Banda	B64BL	5	7.02	35.10
7	Banda	B77	6	8.04	48.24
8	Fusibles (5kVA 10x38)	10 A	20	0.80	16.00
9	Contactador	220V – 3hp	12	27.10	325.20
10	Malla para filtro (m ²)	80 mesh	1	2.40	2.40



11	Fusibles (5kVA 10x38)	25 A	20	0.80	16.00
12	Fusibles (5kVA 10x38)	6 A	20	0.80	16.00
13	Perno cabeza hexagonal	M17	20	0.97	19.40
14	Perno Allen CC/UNC	M16	15	1.25	18.75
15	Perno Allen CC/UNC	M14	10	1.00	10.00
16	Bandas	B83	4	8.51	34.04
17	Bandas	C103	4	41.21	164.84
18	Grasa Mobilux EP	Kg	16	8.00	128.00
19	Aceite (gal)	SAE 90	55	14.10	775.50
20	Conectores eléctricos		20	0.10	2.00
21	Niquelina 1000W – 220V	D220x45mm	1	110.00	110.00
22	Niquelina 1000W – 220V	D250x40mm	1	100.00	100.00
23	Niquelina 1300W – 220V	D200x60mm	1	30.00	30.00
24	Pintura de Esmalte	gal	5	13.75	68.75
25	Tubo de hierro galvanizado	¾"	2	10.70	21.40
26	Rodamiento	6313zz	2	55.08	110.16
27	Rodamiento	NU218	1	117.79	117.79

28	Electrodo (lb)	E 6013	2	1.54	3.08
29	Electrodo acero inoxidable (lb)	E 312-16	1	200.00	200.00
30	Rodamiento	6204zz	3	3.50	10.50
31	Rodamiento	6202zz	1	3.91	3.91
32	Rodamiento	6205zz	4	5.91	23.64
33	Rodamiento	6206zz	3	4.56	13.68
34	Rodamiento	6310zz	1	25.71	25.71
35	Rodamiento	6213zz	1	34.32	34.32
36	Antiadherente a base de níquel 725		1	70.00	70.00
37	Grasa térmica tribology	T-7076	1	26.00	26.00

TOTAL					2636.00
--------------	--	--	--	--	----------------

En la Tabla 4.2, se muestran los costos de adquisición de los elementos que se tiene que prever su adquisición a la fábrica donde se elaboran los elementos, ya que el costo de estos elementos es muy alto como para tenerlo como un costo muerto en una bodega de la empresa.

TABLA 4.2 – COSTOS DE ADQUISICION. FUENTE: AUTOR

	COSTOS DE ADQUISICION	
---	----------------------------------	---

No.	ELEMENTO	MAQUINA	PRECIO ESTIMADO (USD)
1	Tornillo y barril	Extrusora Expandido 2 PM-60	14000.00
2	Tornillo y barril	Extrusora Expandido 1 PM-100	31000.00
3	Tornillo y barril	Extrusora Expandido 3 PM-100	31000.00
TOTAL			76000.00

CONCLUSIONES

- Una vez que se ha terminado de realizar el análisis de la empresa, se determinó que el mantenimiento que se realiza actualmente no es el indicado, ya que se necesita que la maquinaria este siempre disponible y en buenas condiciones, debido a que la calidad del producto va directamente relacionada con el estado de la maquinaria. Así que el mantenimiento a realizar en la empresa determinado por el análisis es preventivo, no el correctivo como se lo ha venido haciendo hasta ahora.
- Una vez que se realizo todo el análisis de los equipos y de la planta, se determino que el mantenimiento idóneo a realizar en la empresa dada las condiciones de esta, es el preventivo.
- En el análisis de los costos de implementación del mantenimiento, se determino que los costos del stock de mantenimiento no son muy altos, pero aún así no es un valor despreciable, el costo realmente importante y que se debe prever la adquisición es el de los barriles y tornillos de las máquinas, ya que estos elementos representan casi en su totalidad la máquina.
- El plan de mantenimiento se basa en un gran porcentaje en el análisis estadístico de la vida de los elementos no solo mecánicos, si no eléctricos y demás tipos. No se calculo la vida útil de rodamientos y otros elementos, ya que no se contaba con los datos para realizar estos cálculos, debido a que las máquinas no poseen un manual donde se especifique sus dimensiones, y sacarlas de la maquina propiamente es una tarea muy complicada y se necesitaría parar la maquinaria, acción que no es permitida bajo ninguna circunstancia en la empresa.

RECOMENDACIONES

- Como una de las recomendaciones, una vez que se termino el proyecto, se sugiere a la empresa que el proyecto de mantenimiento se lo implemente de manera progresiva, asignando gradualmente más responsabilidades a los empleados que participan en la realización del mantenimiento de la maquinaria.
- Otra recomendación importante, es que se vaya contratando personal técnico, como tecnólogos ó Ingenieros eléctricos y mecánicos para ir creando de una manera progresiva un departamento o un área que se encargue exclusivamente del mantenimiento a realizarse en toda la maquinaria, no solo del área de Extrusión de Expandido, si no de todas las áreas que componen la empresa Extruplas S.A.
- También se recomienda que las hojas donde se va a registrar los daños de la maquinaria, estén a mano de los supervisores de cada área de la empresa, ya que en la actualidad al estas no lo están y por lo tanto no se registran muchas acciones de recambio de elementos, ni las especificaciones técnicas de estos elementos que se recambian.
- Se recomienda que periódicamente se realice capacitación sobre mantenimiento, instrucciones básicas, daños elementales al personal de planta, a los operadores, ya que estos son los primeros en dar aviso a los encargados en caso de que se de algún daño en la máquina.

BIBLIOGRAFIA Y LINKOGRAFIA

- NAVARRO ELOLA, Luis, *Gestión integral de mantenimiento*, Marcombo Boixareu Editores, Barcelona, 1997. 112 p.
- BOULCY, Francis, *Gestión de mantenimiento*, AENOR. AENOR. Madrid. 1999. 310 p.
- REY SACRISTAN, Francisco, *Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo*, Fundación Confemetal. Madrid. s.f. 349 p.
- DUFFUAA, Salih O, *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*, Editorial Limusa. México. 2000. 419 p.
- REY SACRISTAN, Francisco, *Manual del mantenimiento integral en la empresa*, Fundación Confemetal. Madrid. 2001. 465 p.
- LEZANA GARCIA, Emilio, *Curso superior de mantenimiento industrial*, Comisión Latinoamericana de Productividad y Medio Ambiente. s.l. edición copias. s.f. T. II; 238 p.
- MORROW, L. C., *Manual de mantenimiento industria*, Edit. Continental. México. junio de 1984. T. I; 572 p.
- <http://foro.solomantenimiento.com>
- <http://www.solomantenimiento.com/>
- <http://www.mantenimientomundial.com>
- http://distribuidoraessa.com/Mobilux_EP_0_1_2_3_460_004_023.php
- <http://www.skf.com/portal/skf/home/products?maincatalogue=1&newlink=first&lang=es>